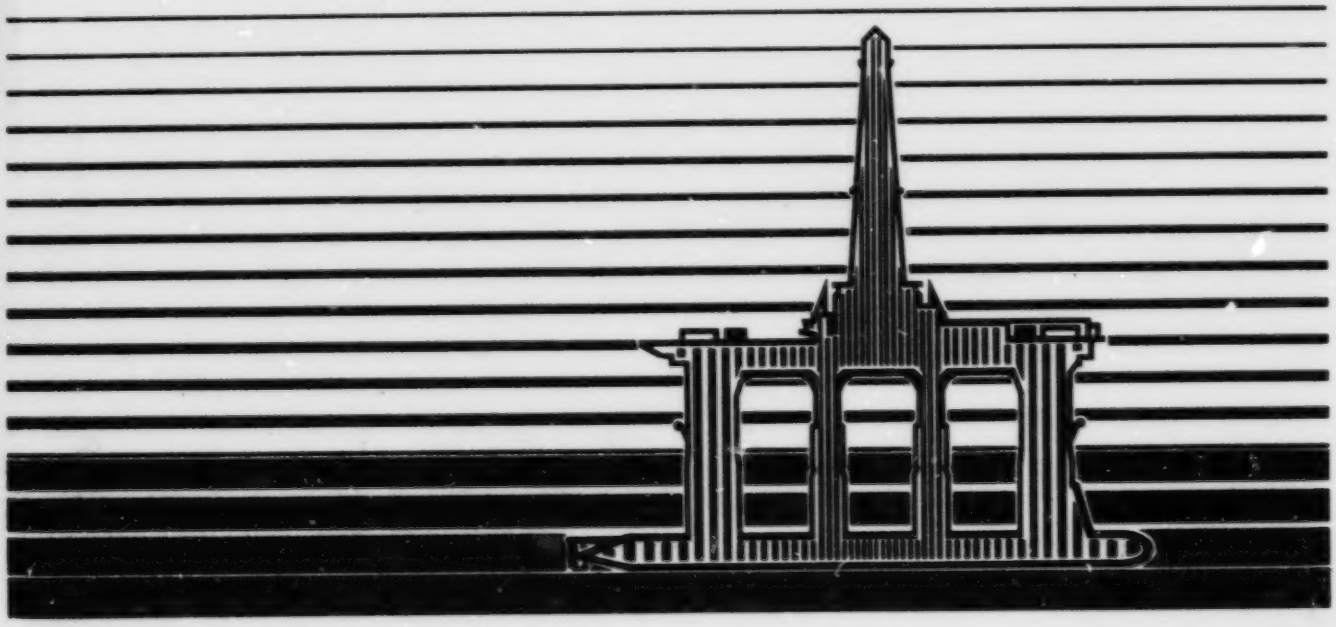
Royal Commission on the
Ocean Ranger Marine Disaster

Canada

Commission Royale sur le
Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*

Newfoundland & Labrador



Rapport premier: La perte de l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* et de son équipage

La Commission royale sur le désastre marin de l'*Ocean Ranger* a été créée et subventionnée conjointement par les gouvernements du Canada et de Terre-Neuve

Rapport premier: La perte de l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* et de son équipage

Royal Commission on the
Ocean Ranger Marine Disaster

Canada

Commission Royale sur le
Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*

Newfoundland/Terre-Neuve

À Son Excellence
Madame le Gouverneur-général

Qu'il plaise à Votre Excellence

Nous, les Commissaires nommés pour faire enquête et rapport sur les raisons et causes de la perte de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée "OCEAN RANGER", et de l'"OCEAN RANGER" le 15 février 1982, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador, et pour mener une enquête, présenter un rapport et formuler des recommandations au sujet des mesures de sécurité au large de la côte est du Canada, prions à Votre Excellence la permission de présenter le premier de ces rapports qui suit, et qui est le rapport final au sujet de la perte.

Chief Justice
l'Honorable T.A. Hickman
Président

l'Honorable G.A. Winter, O.C.
Vice-Président

Fintan J. Aylward, Q.C.

Jan Furst, P.Eng.

M.O. Morgan, C.C.

N. Bruce Pardy, P.Eng.

août, 1984
St. John's, Terre-Neuve

Commissioners/Commissaires

Chief Justice T. Alexander Hickman, Chairman/Président
The Honourable Gordon A. Winter, O.C., Vice Chairman/Vice-Président
Fintan J. Aylward, Q.C.
Jan Furst, P. Eng.
M.O. Morgan, C.C.
N. Bruce Pardy, P. Eng.

Counsel/Conseiller Juridique

Leonard A. Martin, Q.C.
David B. Orsborn

Commission Secretary/Secrétaire de la Commission

David M. Cassolle

Fort William Building
po box/c.p. 2400 St. John's, Newfoundland/St. Jean, Terre-Neuve, A1C 6G3 · 709 · 772-6398, telex 016-4720

Édifice Fort William

Royal Commission on the
Ocean Ranger Marine Disaster

Canada

Commission Royale sur le
Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*

Newfoundland/Terre-Neuve

À Son Honneur
le Lieutenant-gouverneur

Qu'il plaise à Votre Honneur

Nous, les Commissaires nommés pour faire enquête et rapport sur les raisons et causes de la perte de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée "OCEAN RANGER", et de l'"OCEAN RANGER" le 15 février 1982, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador, et pour mener une enquête, présenter un rapport et formuler des recommandations au sujet des mesures de sécurité au large de la côte est du Canada, prions à Votre Honneur la permission de présenter le premier de ces rapports qui suit, et qui est le rapport final au sujet de la perte.

Chief Justice
l'Honorable T.A. Hickman
Président

l'Honorable G.A. Winter, O.C.
Vice-Président

Fintan J. Aylward, Q.C.

Jan Furst, P.Eng.

M.O. Morgan, C.C.

N. Bruce Pardy, P.Eng.

août, 1984
St. John's, Terre-Neuve

Commissioners/Commissaires

Chief Justice T. Alexander Hickman, Chairman/Président
The Honourable Gordon A. Winter, O.C., Vice Chairman/Vice-Président
Fintan J. Aylward, Q.C.
Jan Furst, P. Eng.
M.O. Morgan, C.C.
N. Bruce Pardy, P. Eng.

Counsel/Conseiller juridique

Leonard A. Martin, Q.C.
David B. Orsborn

Commission Secretary/Secrétaire de la Commission

David M. Connolly

Fort William Building
P.O. box/C.P. 2400 St. John's, Newfoundland/St. John, Terre-Neuve; A1C 6G3 · 709 · 772-4389, telex 016-4720

Édifice Fort William

Rapport premier: La perte de l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* et de son équipage

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

N° de catalogue Z1-1982/1-1F Canada: 29,75 $
ISBN 0-660-91336-4 à l'étranger: 35,70 $

Prix sujet à changement sans avis préalable

Traduit par le Bureau de Traduction
de Québec avec l'assistance de
la Terminologie militaire et technologique
à Ottawa

TABLE DES MATIÈRES

	REMERCIEMENTS	i
	PRÉFACE	iii
	INTRODUCTION	vii
CHAPITRE UN	STRUCTURES DE RÉGLEMENTATION Sociétés de classification Conventions internationales État du pavillon État riverain	3
CHAPITRE DEUX	L'OCEAN RANGER Le système de ballasts Systèmes de communications Équipement de sauvetage	15
CHAPITRE TROIS	ORGANISATION DE L'EFFECTIF Personnel-clé Programme de formation d'ODECO Politique d'embauche d'ODECO Structure hiérarchique Formation maritime de l'équipage	31
CHAPITRE QUATRE	OPÉRATIONS Mesures d'urgence Formation en matière d'urgence L'incident du 6 février, 1982	47
CHAPITRE CINQ	ÉVÉNEMENTS PRÉALABLES À L'ÉVACUATION Le samedi 13 février, 1982 Le dimanche 14 février, 1982 Communications internes entendues par hasard Le lundi 15 février, 1982	61

CHAPITRE SIX	PREUVE TECHNIQUE	77
	Inspection des lieux	
	Examen des hublots	
	Examen des soupapes à solénoïdes	
	Programme d'essais de modèles	
	Études du système de ballasts	
CHAPITRE SEPT	PERTE DE L'INSTALLATION	93
	Casse du verre du hublot	
	Dommages subis par la console de contrôle des ballasts	
	La première gîte	
	Les contre-mesures de l'équipage	
	Facteurs ayant contribué au désastre	
CHAPITRE HUIT	ÉVACUATION ET INTERVENTION D'URGENCE	113
	Navires de soutien	
	Aéronefs	
	La recherche des survivants	
CHAPITRE NEUF	ANALYSE DE L'INTERVENTION D'URGENCE	131
	Intervention des sociétés	
	Intervention de l'organisation de recherche et de sauvetage	
CHAPITRE DIX	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	151
	APPENDICES	175
	GLOSSAIRE	407
	INDEX	417

FIGURES

1.1 Pontons en cours de construction.
1.2 L'*Ocean Ranger* au chantier naval en cours de construction.
1.3 L'*Ocean Ranger* en remorque dans la baie d'Hiroshima.
1.4 L'*Ocean Ranger* à son tirant d'eau operationnel.

2.1 Les principaux éléments de structure.
2.2 Remplacement des guindeaux d'ancre de l'*Ocean Ranger*, Port Alberni, Colombie-Britannique.
2.3 Plan des pontons.
2.4 Plan de la salle de contrôle des ballasts et panneau schématique de tribord.
2.5 Jauges «King» de niveau et en moment d'assiette.
2.6 Opération éléctrique du système de contrôle des ballasts (utilisation du panneau schématique).
2.7 Soupapes des ballasts et collecteur commun à la chambre des pompes.
2.8 Opération manuelle du système de contrôle des ballasts (utilisation des tiges en laiton).
2.9 Soupape à commande par solénoïdes et tige en laiton.
2.10 Le local radio de l'*Ocean Ranger*.
2.11 Postes arrières des embarcations et des radeaux de sauvetage.
2.12 Plan du pont supérieur et de l'emplacement de l'équipement de sauvetage.
2.13 Brassière de sauvetage Billy Pugh modèle #200.

3.1 Cave avant-puits et puits central de l'*Ocean Ranger*.
3.2 Soudeur au travail sur le joint coulissant.
3.3 Programme de formation d'ODECO.
3.4 Salle de contrôle des ballasts avec console et panneau schématique.
3.5 Hélisurface de l'*Ocean Ranger* pendant un changement d'équipe.

4.1 L'*Ocean Ranger* et navire de service.
4.2 Vue de côté tribord avec vue de l'extérieur de la salle de contrôle des ballasts.
4.3 Poste d'abandon à l'avant.
4.4 Rôle d'appel de l'*Ocean Ranger*.
4.5 L'*Ocean Ranger* ayant une inclinaison de 6 degrés par arrière.

5.1 Positions et orientations des plates-formes au champ Hibernia le 14 février, 1982.
5.2 Trajectoire de la tempête des 14 et 15 février, 1982.
5.3 Positions approximatives des navires de soutien 12 h 00 HNT, le 14 février.
5.4 Positions approximatives des navires de soutien 18 h 00 HNT, le 14 février.
5.5 Positions approximatives des navires de soutien 21 h 00 HNT, le 14 février.
5.6 Positions approximatives des navires de soutien 01 h 00 HNT, le 15 février.
5.7 Personnel nommé au chapitre 5 (ordre alphabétique).
5.8 Personnel nommé au chapitre 5 (selon leur position).

6.1 Position des débris à l'emplacement de l'épave de l'*Ocean Ranger*.
6.2 Déformation de la bague de blocage du hublot #4.
6.3 Actionnement des soupapes à commande par solénoïdes et photographie du résidu de laiton sur la face du noyau du solénoïde.
6.4 Modèle hydrodynamique de l'*Ocean Ranger*.
6.5 Interrupteur de pompe du panneau schématique.
6.6 L'interrupteur P-19 de commande de soupape du panneau schématique.
6.7 Composants de l'interrupteur de commande de soupape utilisé dans le panneau schématique.
6.8 L'effet d'une inclinaison avant sur le système de pompage des ballasts.

7.1 Un des hublots récupérés.
7.2 Salle de contrôle des ballasts et vue des marques de tirant d'eau à partir du hublot #3.
7.3 Extérieur de la salle de contrôle des ballasts obscurci par les vagues.
7.4 Section du panneau schématique récupérée.
7.5 Panneau schématique et tracé de l'envahissement.
7.6 Soupapes à commande par solénoïdes récupérées.
7.7 Section du panneau schématique de bâbord récupérée. Interrupteur de pompe démonté.
7.8 Tracé de l'envahissement et photographie du manche à air de bâbord avant.

8.1 Positions approximatives des navires de soutien, 01 h 30 HNT, le 15 février.
8.2 Le *Seaforth Highlander* et séquence de manœuvres vers l'embarcation de sauvetage.
8.3 Positions approximatives des navires de soutien, 02 h 45 HNT, le 15 février.
8.4 Positions des aéronefs de recherche et sauvetage envoyés dans le secteur de l'*Ocean Ranger*.
8.5 Zone de recherche du 15 au 19 fevrier, 1982.
8.6 Personnel nommé au chapitre 8 (ordre alphabétique).
8.7 Personnel nommé au chapitre 8 (selon leur position).

9.1 Lancement de l'embarcation de sauvetage de l'*Ocean Ranger* arrière à une inclinaison avant de 12 degrés.
9.2 Vue en plan et l'élévation du *Seaforth Highlander* et de l'embarcation de sauvetage Harding.
9.3 Sommaire des positions des navires de soutien du 14 au 15 février, 1982.
9.4 Zone de responsabilité du Centre de coordination du sauvetage de Halifax.
9.5 Séquence des événements des opérations de sauvetage.
9.6 Hélicoptère Labrador/Voyageur.
9.7 Conditions de démarrage des hélicoptères Labrador/Voyageur.
9.8 Séquence des interventions.

APPENDICES

APPENDICE A — LA COMMISSION ROYALE — 177

1. Mandat
2. Ordonnance officielle de la Commission
3. Règles de pratique
4. Avis des audiences de la Commission
5. Liste des organismes et de leurs représentants
6. Avis d'enquête – Partie I
7. Liste des témoins qui ont comparu au cours des audiences publiques
8. Liste des témoins par ordre alphabétique
9. Liste des pièces présentées lors des audiences de la partie I
10. Avis: Invitation de contribution – Partie II
11. Personnel de la Commission

APPENDICE B — HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE — 219

1. Un bref historique du forage offshore
2. Le système industriel du forage offshore

APPENDICE C — CERTIFICATION — 229

1. Certificat du constructeur
2. Certificate of Registry
3. Certificate of Inspection
4. Certificats délivrés à l'*Ocean Ranger*
5. Correspondance relative à l'inspection de certification (aux É.-U.) de l'installation de forage en mer *Ocean Ranger*
6. Directive de l'APGTC aux opérateurs offshore concernant les combinaisons de survie

APPENDICE D — OPÉRATIONS — 243

1. Historique des opérations de l'*Ocean Ranger*
2. Quelques renseignements sur le personnel-clé
3. Équipement de communications à bord de l'*Ocean Ranger*
4. Formulaires pour le calcul de la stabilité – *Ocean Ranger*

APPENDICE E — DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES — 253
1. Définition de paramètres utilisés dans les prévisions
2. Prévisions météorologiques spécifiques
3. Guide des prévisions en mer, NORDCO Limited
4. Description de la tempête des 14 et 15 février, 1982
5. Données sur les vagues à partir de la *Zapata Ugland*
6. Prévisions météorologiques pour les 14 et 15 février, 1982

APPENDICE F — DONNÉES TECHNIQUES — 277
1. Rentrée et abandon d'Hibernia J-34, le 15 juillet 1982.
2. Articles récupérés à la faveur de la mission de plongée ordonnée par la Commission royale
3. Rapports techniques A à I préparés par le Laboratoire des techniques de sécurité aérienne
4. Analyse et calculs des caractéristiques du système de pompage de l'*Ocean Ranger*
5. Rapport sur le programme d'essais de modèles hydrodynamiques
6. Analyse de la performance de l'équipement de sauvetage
7. Dessins techniques

APPENDICE G — LE DÉSASTRE — 395
1. Telex d'urgence
2. Liste des membres d'équipage qui ont été retrouvés par date, heure et position
3. Liste des membres d'équipage de l'*Ocean Ranger* qui ont été retrouvés
4. Liste des membres d'équipage non retrouvés
5. Articles récupérés au cours des opérations de recherche et sauvetage
6. Non-disponibilité des aéronefs en raison des travaux de maintenance

REMERCIEMENTS

Ce rapport est le résultat d'un processus de décantation d'une grande quantité de données techniques et de témoignages. L'organisation, l'analyse, la réduction et la présentation de la matière ont constitué une tâche titanesque. La Commission royale d'enquête a eu la chance de bénéficier des bons services de son personnel dévoué, qui a su accomplir son travail avec compétence et qui y a consacré de longues heures étalées sur une longue période. Nous remercions ses membres individuellement et collectivement pour tout ce qu'ils ont fait et pour ce qu'ils font encore.

Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers le conseiller technique principal, Dr. Ewan Corlett, et ses adjoints, qui ont été présents tout au long des opérations de plongée sur les Grands bancs et qui ont pris part à chacune des étapes du programme d'essais sur modèles et de l'analyse de la preuve technique. Nous remercions également le capitaine et l'équipage du bateau de soutien ***Balder Baffin*** ainsi que l'équipe de plongeurs d'Hydrospace Marine Services Limited, sans le courage et la compétence desquels ni la Commission royale, ni les autres organismes qui ont eu accès aux pièces d'importance vitale qu'ils ont récupérées n'auraient pu déterminer les causes de la catastrophe.

Mentionnons également l'apport des scientifiques et du personnel technique du Conseil national de recherches, à Ottawa, et des Norwegian Hydrodynamic Laboratories, à Trondheim, qui ont entrepris et mené à bien un programme novateur d'essais sur modèles. Tout au long de ce processus, nous avons pu compter sur l'aide du Dr. Derek Muggeridge, Memorial University of Newfoundland, qui a assuré la liaison technique avec tous les participants au programme. Le Laboratoire des techniques de sécurité aérienne de Transports Canada a effectué l'analyse technique de l'équipement électrique et des éléments des hublots récupérés de la salle de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger*. Ce travail, accompli sous la direction de M. Max Vermij, a dans une importante mesure servi de base à nos constatations. Enfin, nous voulons exprimer notre gratitude pour les sages conseils du Dr. Omond Solandt, C.C., conseiller principal près de la Commission royale, qui nous a apporté son aide dans tous les aspects de l'enquête.

À tous les autres qui nous ont apporté leur aide au cours des deux dernières années mais que nous ne nommons pas, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements chaleureux.

L'Honorable T. Alexander Hickman, Chief Justice
Président de la Commission

PRÉFACE

Tôt dans la matinée du 15 février 1982, l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* a chaviré et sombré sur les Grands bancs, à 170 milles marins à l'est de St. John's, Terre-Neuve, Canada. Les quatre-vingt-quatre hommes d'équipage ont tous péri au cours du sinistre. Sur les 69 membres canadiens de l'équipage, 56 étaient des résidents de Terre-Neuve, et la perte de l'installation a déclenché une onde de choc qui a été ressentie particulièrement à Terre-Neuve. Dans cette société maritime unie, rares étaient ceux qui n'avaient pas découvert de liens directs ou indirects avec l'une des victimes de la tragédie. L'enquête de la Commission royale touche donc les Terre-Neuviens de près. Elle est aussi d'une grande importance pour le reste du Canada et pour les autres pays maritimes engagés dans la recherche de pétrole et de gaz offshore.

Aux termes de la *Loi sur la marine marchande du Canada*, la Direction des enquêtes sur les accidents maritimes (Transports Canada) est tenue d'effectuer une enquête préliminaire dans le cadre de ce que la *Loi* définit comme étant un sinistre maritime. Par la suite, s'il y a lieu de procéder à une enquête officielle, on nomme, conformément aux dispositions de la *Loi sur la marine marchande du Canada*, un tribunal composé d'un juge ou plus. La *Loi* prévoit que le tribunal se fasse assister de deux experts ou plus. C'est ainsi que l'on a procédé dans le cas de l'*Ocean Ranger* mais, en raison de la portée de l'enquête, le juge en chef de la Cour suprême de Terre-Neuve, Division de première instance, l'Honorable T. Alexander Hickman a non seulement été nommé Commissaire aux termes de la *Loi sur la marine marchande du Canada*, mais aussi président d'une Commission royale d'enquête en vertu de la Partie Un de la *Loi sur les enquêtes*. Le gouvernement de Terre-Neuve a aussi nommé une Commission royale chargée d'enquêter sur le sinistre. L'opinion publique s'est par la suite inquiétée du fait que l'existence de deux enquêtes officielles créerait des problèmes et causerait un doublement des efforts. Réagissant promptement, les deux paliers de gouvernement ont convenu de combiner leurs enquêtes respectives et d'adopter un mandat identique, démarche qui a abouti à la création d'une Commission royale placée sous la présidence du juge en chef Hickman. Le président de la Commission royale provinciale, l'Honorable Gordon A. Winter, O.C., a été nommé vice-président.

En créant conjointement cette Commission royale d'enquête, les deux gouvernements lui confiaient une mission difficile et inhabituelle sous la forme d'un mandat à deux volets : le premier instituait une enquête officielle [quasi-judiciaire] sur la perte de l'*Ocean Ranger* et de son équipage; le second portait sur un processus de recherche et de collecte d'opinions dont le but était de formuler, à l'intention des deux gouvernements, des recommandations qui, appliquées, seraient susceptibles

d'accroître la sécurité dans les opérations de forage sur le plateau continental à l'est du Canada.

Ce qui fait l'originalité de l'enquête sur la tragédie de l'*Ocean Ranger*, c'est l'ampleur de la Partie Un du mandat, qui incite la Commission royale à se pencher non seulement sur la cause de la perte, mais aussi sur les zones de vulnérabilité dans lesquelles résidaient le potentiel de la catastrophe et le germe de catastrophes futures. Ce second aspect constitue le pivot de la transition des préoccupations particulières de la Partie Un aux préoccupations générales auxquelles devait répondre l'enquête découlant de la Partie Deux. Examinant le mandat qui leur était confié, les Commissaires ont élu comme leur principale tâche de se pencher sur la sécurité des futures activités en mer et ont décidé que l'enquête sur la perte de l'*Ocean Ranger* et de son équipage devait aller au-delà des conjectures acceptables ou des déductions raisonnables faites à partir de la preuve indirecte. Elle devait chercher à déterminer, au moyen d'une démarche scientifique, pourquoi l'*Ocean Ranger* avait été la seule des trois installations de forage du champ Hibernia à chavirer et à sombrer au cours d'une sévère tempête d'hiver.

L'une des premières mesures de la Commission royale d'enquête a été de prendre un décret interdisant d'approcher de l'épave de l'*Ocean Ranger* ou de la déranger. Peu après, la Commission a fait exécuter par contrat un examen sous-marin de l'installation dans le but de recueillir des données techniques et de trouver et, si possible, de récupérer, des preuves susceptibles d'expliquer la cause de la perte. Les hublots, le tableau de commande des ballasts et l'équipement électrique connexe récupérés au cours des missions de plongée ont été soumis à des analyses et à des essais exhaustifs. Un certain nombre d'investigations techniques majeures ont été mises en oeuvre aussi; celle dont la portée était la plus grande consistait en un programme complet d'essais sur modèles. Ceux-ci ont été effectués conjointement par le Conseil national de recherches du Canada, à Ottawa, et les Norwegian Hydrodynamic Laboratories à Trondheim, en Norvège. Cette utilisation à fond des modèles expérimentaux comme outils d'investigation pour étudier le comportement d'une installation mobile de forage en mer, constituait une première. Tous les rapports issus des investigations techniques ont été officiellement déposés aux fins de la preuve au cours des audiences publiques.

Alors que le programme technique prenait son essor, l'organisation et la planification des audiences publiques prévues à la Partie Un du mandat suivaient également leur cours. Le document *Règles de pratique*, qui devait régir les travaux de la Commission d'enquête, était rédigé et publié. Un avis publié au Canada et aux États-Unis en juillet 1982 invitait les intéressés à solliciter l'autorisation de se faire entendre. Neuf groupes ont par la suite obtenu cette autorisation, assortie du droit d'être représentés et d'interroger les témoins au cours des audiences publiques, dont trois se sont vu attribuer le statut d'observateurs officiels. Les audiences ont commencé le 25 octobre 1982. La Commission a siégé 89 jours au total et les audiences se sont étalées sur 17 mois, pour prendre fin le 22 mars 1984. Entre-temps, 102 témoins ont été entendus, 321 pièces ont été classées aux fins de la preuve et 14 281 pages de transcriptions ont été rédigées (Appendice A).

Dès le départ, il était évident qu'il faudrait manipuler une grande quantité de données complexes, hautement techniques pour une bonne part, au cours des audiences publiques. Un appareillage audio-visuel sophistiqué a été mis en place afin d'éviter des retards interminables survenus de l'incapacité des participants à voir et à entendre clairement. On a tenu à jour un index informatisé de la transcription des débats afin de faciliter le repérage de passages particuliers et pour donner confirmation que tous les renvois à n'importe quel aspect donné de la preuve avaient été identifiés. Cette base de données renferme aussi des renvois à des règlements, à des rapports, à des articles de périodiques et à toute une gamme d'autres documents pertinents.

L'*Ocean Ranger* était enregistrée aux États-Unis et, comme l'exige le droit américain, une commission d'enquête a été mise sur pied en vue de déterminer la cause de cette perte. La United States Coast Guard (ici: la Garde côtière des États-Unis) et le National Transportation Safety Board, organisme fédéral américain indépendant, ont tous deux participé à l'enquête. Les Commissaires se sont rendu compte que le processus scientifique que supposait leur mandat ne se prêterait pas à la publication hâtive d'un rapport provisoire propre à présenter des constatations crédibles. Aussi ont-ils décidé de ne pas se préoccuper de l'éventualité que d'autres organismes publient leur rapport les premiers mais de collaborer totalement et de partager avec eux l'information qu'ils obtiendraient. La Commission royale a par conséquent mis à la disposition de ces organismes les résultats des missions de plongée et des investigations techniques qu'elle avait commandées. Depuis, le National Transportation Safety Board et la Garde côtière des États-Unis ont tous deux publié des rapports sur leurs constatations, rapports qui ont été reçus par la Commission royale comme preuve. De même, l'information dont avaient besoin les gouvernements du Canada et de Terre-Neuve pour leurs enquêtes et pour la formulation de lignes directrices, de règlements ou de politiques nouveaux leur a été fournie à mesure qu'elle devenait disponible. Cette politique avait été adoptée afin de faire en sorte que le processus d'enquête n'entrave pas le nécessaire processus d'accroissement de la sécurité des opérations offshore.

Des Canadiens originaires de toutes les parties du pays participent maintenant aux opérations de forage exploratoire au large de la côte est du Canada. Les gouvernements, tant au niveau national qu'au niveau provincial, ont assumé la responsabilité de leur sécurité et de la bonne marche de cette importante industrie nouvelle dans les eaux côtières du Canada. Les entreprises maritimes et pétrolières internationales ont un intérêt authentique à l'égard de la façon dont cette responsabilité est administrée. Les gouvernements et les entreprises ont de nombreuses réalisations à leur crédit au cours des deux dernières années, mais il reste encore beaucoup à accomplir.

INTRODUCTION

L'objectif premier du présent rapport est de présenter les résultats des travaux de la Commission royale d'enquête sur la perte de l'*Ocean Ranger* et de son équipage. L'enquête devait répondre à trois questions fondamentales :

Pourquoi l'*Ocean Ranger* a-t-elle chaviré et sombré?

Pourquoi aucun des membres de l'équipage n'a-t-il été sauvé?

Comment faire pour éviter que de telles catastrophes ne se reproduisent?

Ce rapport apportera une réponse aux deux premières questions et un début de réponse à la troisième. Celle-ci délimite un domaine qui fait l'objet d'une vaste enquête en vue de déterminer des moyens pratiques d'accroître la sécurité de la vie humaine dans les opérations de forage au large de la côte est du Canada. Les résultats seront présentés dans un deuxième et dernier rapport.

Au moment de son lancement, en 1976, l'*Ocean Ranger* était la plus grosse installation semi-submersible de forage auto-propulsée du monde. Conçue par ODECO Engineers Incorporated pour le compte d'ODECO International, de la Nouvelle-Orléans (Louisiane), et de l'entreprise norvégienne de Fearnley & Eger A/S, elle avait été construite au chantier d'Hiroshima de Mitsubishi Heavy Industries. Le voyage inaugural de l'installation, en juin 1976, l'a conduite du Japon à l'Alaska. Après avoir achevé des puits dans la mer de Béring, dans le golfe de l'Alaska et dans l'inlet Cook, elle a quitté la région en septembre 1977 et elle est restée inactive, amarrée en divers endroits de la côte ouest de l'Amérique du Nord, jusqu'en août 1979. L'installation a alors été acheminée, par le cap Horn, jusqu'au canyon Baltimore, au large de New Jersey, pour le forage d'un puits, puis de là en Irlande, en mai 1980, pour le forage de deux puits, après quoi elle a retraversé l'Atlantique en sens inverse pour arriver sur les Grands bancs de Terre-Neuve le 6 novembre 1980. L'*Ocean Ranger* a entrepris ses activités de forage dans le champ Hibernia en vertu d'un contrat passé entre Mobil Oil Canada Limited (Mobil), opérateur pour le compte du Hibernia Consortium, et ODECO Drilling of Canada Limited (ODECO). Ce contrat, signé en février 1980, était à l'origine valide pour 13 mois, mais, après son expiration, une entente de deux ans a été négociée et acceptée par les deux parties. Aux termes du contrat, ODECO était responsable de l'installation et de l'équipage et Mobil était responsable du puits.

L'*Ocean Ranger* a été construite et classée conformément aux règles de 1973 de l'American Bureau of Shipping. Elle était à l'origine immatriculée à Panama, mais, en 1980, ODECO, devenu l'unique propriétaire, l'a fait passer sous licence des États-Unis. Lorsqu'elle a commencé son activité de forage au large de la côte est du Canada, elle était assujettie à la réglementation des États-Unis et, par conséquent, à

la réglementation de l'Organisation maritime internationale, à laquelle les États-Unis souscrivaient. L'opération de forage elle-même était régie par les conditions des permis délivrés à Mobil par le gouvernement du Canada et par celui de Terre-Neuve ainsi que par les règlements sur le forage offshore des deux gouvernements.

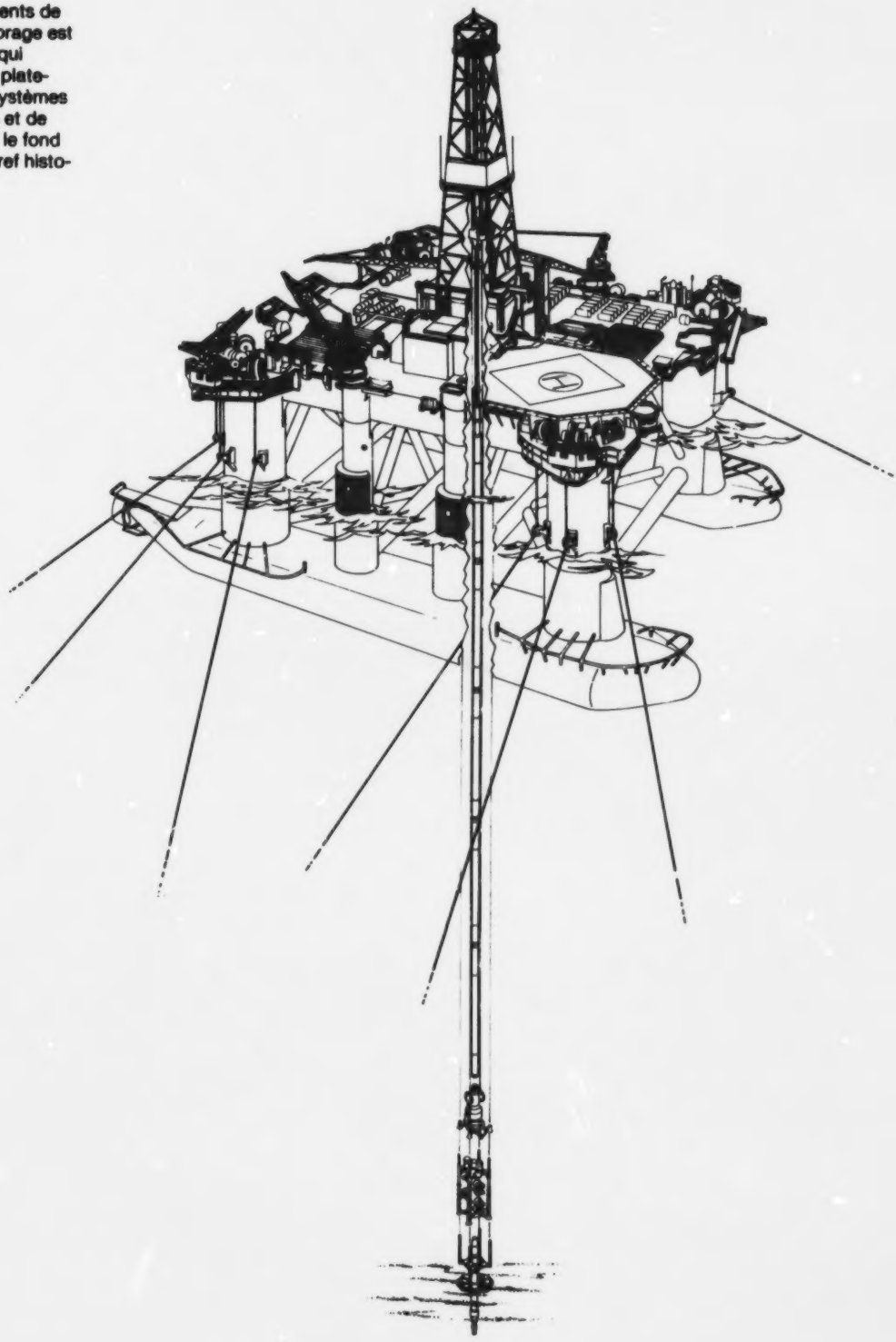
En dépit de ses dimensions, de sa réputation d'invulnérabilité et du contrôle exercé au moyen de règlements sur sa conception, sa construction et son exploitation, l'*Ocean Ranger* s'est perdue avec la totalité de son équipage en moins de deux ans après son arrivée sur les Grands bancs. L'énormité du désastre a été ressentie fort loin, d'autant plus qu'il survenait un an après le chavirement, dans la mer du Nord, de l'*Alexander Kielland*, qui avait entraîné la mort de 123 personnes. En 1983, la *Glomar Java Sea* et ses 81 membres d'équipage se sont perdus au cours d'une tempête dans la mer de Chine. Ces tragédies ont alarmé l'opinion et ont soulevé des questions sur la fiabilité de la technologie employée dans les opérations de forage offshore lorsque les conditions qui règnent dans le milieu sont défavorables, et sur la valeur des organismes de réglementation qui ont pour fonction, du moins en partie, de veiller à ce que ces opérations se déroulent en toute sécurité. Ces deux aspects, fiabilité de la technologie et valeur des structures de réglementation, doivent être examinés dans le contexte de l'évolution historique de l'exploration pétrolière offshore.

La technologie complexe actuellement utilisée dans l'industrie pétrolière pour trouver et mettre en valeur les ressources en hydrocarbures est le fruit d'une évolution qui s'est étalée sur les cent dernières années. Vers les années 1930, l'équipement et les techniques de forage utilisés dans le cadre de l'exploration et de la production à terre ont été adaptés avec succès à des emplacements recouverts d'eau. Au départ, il s'agissait d'emplacements situés dans des marais et dans des eaux abritées peu profondes de l'intérieur des terres et de la côte. Aux plates-formes de forage sur piles ont succédé des plates-formes montées sur barges qui pouvaient être acheminées par flottaison jusqu'au lieu de forage, soumises à injection et par conséquent fixées en place. Poursuivant son évolution, la technologie de l'offshore a abouti à la mise au point de l'installation auto-élévatrice. Ce type d'installation, le plus répandu de nos jours, comporte des jambes qui reposent sur le fond de la mer et peuvent s'élever jusqu'à ce que la plate-forme de forage se trouve au-dessus du niveau des vagues. Les installations d'exploration qui reposent sur le fond de la mer sont actuellement confinées à des eaux d'une profondeur maximale d'environ 350 pieds et ne peuvent être utilisées dans des secteurs où, par exemple, il faudrait être en mesure de les déplacer rapidement pour éviter les icebergs ou les lourdes glaces flottantes. Deux réalisations ont permis de dépasser ces limites : le navire de forage, à l'origine un navire de type conventionnel adapté au forage, et la plate-forme flottante semi-submersible, soutenue par des pontons et des colonnes.

L'évolution de la technologie offshore a connu une accélération marquée au cours des deux dernières décennies. La croissance de la demande de pétrole, la recherche de l'auto-suffisance nationale en matière d'énergie, l'épuisement des réserves terrestres connues ainsi que les caprices des politiques de l'OPEP ont provoqué, au niveau mondial, une vague d'exploration des eaux profondes du large dans des conditions environnementales de plus en plus difficiles. Au sein de l'industrie pétrolière, le secteur de l'exploration est riche d'une solide tradition de résolution heureuse de problèmes techniques complexes. Il a par conséquent apporté la contribution de sa détermination et de l'expérience sur laquelle elle reposait à l'évolution des techniques de forage offshore. L'objectif était le même : mettre au point une plate-forme stable à partir de laquelle procéder aux opérations de forage. Rien de surprenant, alors, que la poursuite de cet objectif central soit passée par l'extrapolation des techniques d'exploration terrestre déjà établies et par l'adaptation de méthodes éprouvées.

Malgré la prépondérance de l'aspect industriel de cette activité, celle-ci se déroule en mer. Le caractère unique de cette entreprise à la fois industrielle et

On peut voir ici les principaux éléments de l'*Ocean Ranger*. Le processus de forage est essentiellement le même que celui qui s'applique au forage à partir d'une plate-forme terrestre, à l'exception des systèmes de compensation des mouvements et de raccordement entre l'installation et le fond marin. (L'Appendice B donne un bref historique du forage offshore.)



marine, associé à l'évolution continue de la nouvelle technologie, a constitué un défi pour les organismes mis sur pied aux fins de définir des normes et régir la conception et les activités de véhicules plus classiques. Ces organismes ont été portés à faire évoluer leurs normes et leur rôle comme l'avaient fait les concepteurs des plates-formes, c'est-à-dire à partir de leur expérience. Toutefois, en dépit de la nouveauté et de la diversité de l'industrie, une tendance s'est nettement dégagée tant pour les intervenants que pour les responsables de la réglementation : le forage de puits en mer en est venu à constituer une activité industrielle pratiquée en milieu marin, non pas une activité marine entreprise à des fins industrielles. À moins que l'État riverain n'en décide autrement, ce sont les cadres de la catégorie industrielle qui sont responsables des plates-formes immatriculées aux États-Unis, quelle que soit leur connaissance des navires ou de la mer. L'élément clé de l'opération est le forage. L'apport des marins à cette activité consiste à amener la plate-forme à l'emplacement du puits et à la garder dans une position aussi stable que possible afin que le forage puisse se dérouler efficacement et en toute sécurité. Lorsque l'installation est en transit, elle doit être placée sous la responsabilité d'un équipage de marins expérimentés; le personnel industriel peut aussi bien ne pas être à bord. Lorsqu'elle est amarrée et que les opérations de forage sont en cours, l'équipage marin, dans la mesure où il existe, a peu à faire.

C'est par rapport à ce double aspect industriel et marin et à la lumière du régime de réglementation qui prend forme et de la technologie en évolution qu'il faut examiner la perte de l'*Ocean Ranger*. Outre l'enquête sur les raisons et les causes de la perte de l'installation et de son équipage et le rapport qu'elle doit en tirer, la Commission royale est tenue de faire rapport sur un certain nombre d'autres questions particulières se rattachant à l'accident et notamment sur les suivantes : la structure de réglementation et son fonctionnement; certains aspects de la conception de l'*Ocean Ranger* et de ses systèmes d'importance vitale; la composition de l'équipage et le mode d'affectation des hommes aux divers postes à bord de l'installation; la structure de commandement; et les opérations sur les Grands bancs, qui ont abouti à la catastrophe. Les quatre premiers chapitres du rapport portent sur ces points et présentent de l'information de base ainsi que des analyses et des commentaires. La majeure partie est consacrée aux facteurs que l'on estime avoir contribué le plus, quoique souvent indirectement, à la perte de l'installation et de son équipage.

Ce n'est qu'une fois établi ce cadre de considérations secondaires que le rapport passe à l'accident lui-même, à ses causes et à ses conséquences immédiates. Le Chapitre 5 reconstitue la chaîne d'événements qui a abouti à l'abandon de l'*Ocean Ranger* par son équipage. Vient ensuite, aux Chapitres 6 et 7, une présentation de la preuve technique clé et une analyse de la cause la plus probable de la perte de l'*Ocean Ranger*. Une reconstitution de la chaîne d'événements qui ont suivi la décision de l'équipage d'abandonner l'installation, l'intervention à la suite de l'apparition de la situation d'urgence et son issue sont décrites et analysées dans les Chapitres 8 et 9. Le dernier chapitre renferme les conclusions et les recommandations.

Au cours de ce rapport, le lecteur est prié à maintes reprises de consulter l'appendice à la fin du document pour des explications et renseignements supplémentaires. Comme le rapport renferme un grand nombre de termes techniques et des domaines de la marine, de l'industrie pétrolière et de l'aviation, nous y avons incorporé un glossaire étendu qui en facilitera la lecture. Certains mots employés dans le corps du rapport et utilisés dans un contexte particulier sont expliqués en bas de page. Les unités de mesure reflètent celles qui ont été utilisées au cours des témoignages et qui étaient d'usage courant dans les domaines de la marine, de l'industrie et de l'aviation en 1982. Au besoin, nous avons accolé les unités métriques. Pour éviter toute confusion, nous n'avons pas cherché à convertir en unités métriques les unités employées au cours des témoignages ni celles qui ont été utilisées lorsque l'*Ocean Ranger* a été conçue.

1

STRUCTURES DE RÉGLEMENTATION

CHAPITRE 1 STRUCTURES DE RÉGLEMENTATION

Entre le moment de sa conception et celui où elle a chaviré et sombré sur le champ Hibernia au large de la côte est du Canada, l'*Ocean Ranger* était régie par les statuts et les réglementations de nombreux organismes nationaux et internationaux. Sa conception, sa construction et son exploitation faisaient l'objet d'un ensemble complexe de lois d'observation obligatoire et de lignes directrices dont l'application était laissée à la discrétion des intéressés, ensemble formulé par la société de classification de l'installation, son pays d'immatriculation, l'État riverain ou pays d'opération et les conventions internationales.

Dans l'examen du rôle joué par ces organismes de réglementation, nous avons cherché à déterminer la portée de la responsabilité de chacun, à découvrir s'ils ont mis en application les modalités prescrites et enfin à évaluer le caractère approprié de ces modalités dans le cas de l'*Ocean Ranger*. Des lacunes particulières des réglementations, notamment celles ayant trait à la formation, aux affectations et à l'équipement de sécurité, seront étudiées dans les chapitres pertinents du rapport.

SOCIÉTÉS DE CLASSIFICATION

La classification des navires a fait son apparition il y a plus de deux siècles, en Angleterre, plus précisément au Lloyd's Coffee House à Londres, où se réunissaient, pour parler affaires, les représentants les plus influents du monde de la marine marchande. Les assureurs à qui l'on demandait de couvrir les risques de la navigation et les expéditeurs de cargaisons précieuses voulaient avoir des garanties quant à l'aptitude du navire à accomplir le voyage prévu. De là se sont développés un système sommaire d'inspection des coques et des équipements et une brochure destinée à donner une description des navires susceptibles de faire l'objet d'une demande de couverture d'assurance. En 1760, un comité a été mis sur pied et, en 1765, le premier Registre a été produit. Ce comité a défini des normes relatives à la construction et à l'entretien des navires et des équipements et, se fondant sur l'expérience, a élaboré des règles qui faisaient fond sur des normes reconnues. De cette association volontaire est né et s'est développé Lloyd's Register of Shipping, qui est maintenant un organisme international sans but lucratif qui s'occupe principalement de classification des navires et de la tenue à jour de normes techniques de contraction navale. Ses activités sont contrôlées par un comité général composé d'armateurs, d'assureurs, de constructeurs navals, de constructeurs de machines et de fabricants d'acier provenant de nombreux pays. Des organismes semblables se sont créés dans d'autres pays maritimes : le Bureau Veritas en France, Det norske Veritas en Norvège et l'American Bureau of Shipping (ABS) aux États-Unis.

Les normes définies par les différentes sociétés de classification sont semblables et représentent l'expérience cumulative acquise à la faveur de travaux de recherche et de développement exhaustifs effectués par les sociétés et par d'autres groupes et à la faveur de l'examen – étalé sur de nombreuses années – de milliers de navires. En général les sociétés visent à certifier que :

1. le navire est conforme à une norme de construction qui garantit que sa structure possède la robustesse nécessaire pour servir dans les conditions pour lesquelles il a été conçu;

2. les systèmes électriques et mécaniques du navire sont conformes à des normes acceptables et sont convenablement installés;

3. le navire est soumis par son armateur à un régime d'entretien propre à lui conserver sa cote;

4. tous les gros travaux de réparation et toutes les modifications de structure sont exécutés en conformité avec les règles de la Société.

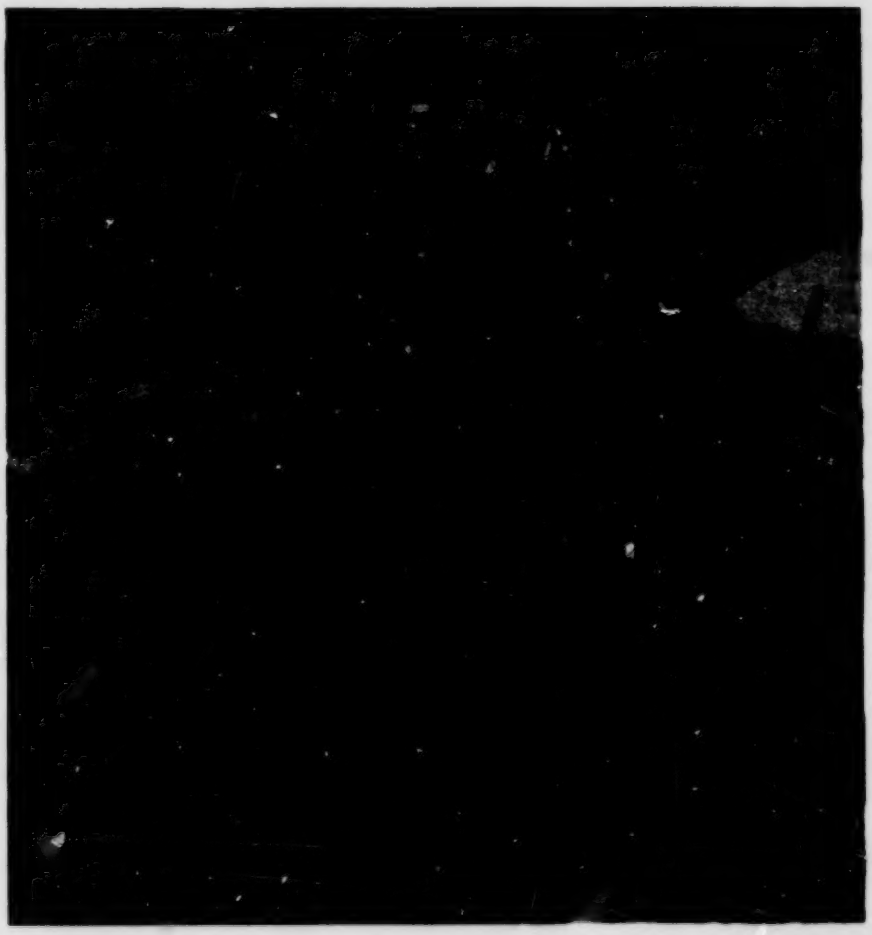
Les règles de la société de classification ne s'appliquent pas à la navigabilité[1] du navire ni au matériel de sauvetage, ni à l'équipement de navigation, lesquels sont régis par des conventions internationales et par la réglementation de l'État du pavillon du navire.

Les sociétés de classification ont commencé à intervenir dans le domaine de l'industrie du forage offshore dans les années 1930 et 1940, alors qu'elles ont appliqué leurs règles relatives à la construction et à la classification des navires d'acier aux barges, aux bateaux-soutien de forage et aux navires de soutien. Dans les premières années d'existence de l'industrie, alors que les installations de forage présentaient bon nombre des caractéristiques des vaisseaux de type classique et qu'elles étaient exploitées près de la rive, cela était satisfaisant. Mais vers les années 1950, de nouveaux modèles ont été développés, permettant de faire des forages plus loin des rives et dans des environnements de plus en plus hostiles. L'évolution des modèles les éloignaient de plus en plus de la forme classique des navires; il devenait évident qu'il faudrait mettre au point des règles particulières pour les installations mobiles de forage en mer.

L'ABS a publié le premier ensemble de règles applicables à ce type d'installation en 1968, et les a révisées en 1973 puis de nouveau en 1980. Lloyd's Register, Det norske Veritas et le Bureau Veritas ont fait de même dans les années 1970. Dans les cas où les règles relatives aux installations de forage offshore ne traitaient pas d'un aspect particulier d'un modèle d'installation, c'était les règles relatives aux navires qui s'appliquaient. L'*Ocean Ranger* a été construite et cotée en conformité avec les *Rules for Building and Classing MODUs* (1973) de l'ABS et a conservé sa cote jusqu'au moment de sa perte. En août 1973, ODECO Engineers Inc. a demandé à l'ABS d'examiner les plans de pré-construction de l'*Ocean Ranger*. Plus tard, Mitsubishi Heavy Industries, chantier naval japonais auquel a été commandée la construction de l'installation, a produit des plans plus détaillés qui ont été approuvés par l'ABS; un inspecteur de l'ABS a été dépêché sur le chantier pour surveiller la construction de l'installation. Puisque l'installation devait être exploitée sous pavillon panaméen, l'ABS a de plus été mandaté par le gouvernement panaméen pour veiller à ce que l'installation soit conforme à la *Convention pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* et à la *Convention internationale sur les lignes de charge*. Après des essais en mer réussis et après que l'ABS eut approuvé son *Manuel d'exploitation*, l'*Ocean Ranger* a obtenu une cote provisoire d'exploitation sans restrictions dans le monde entier le 28 mai 1976.

[1]D'après l'avocat représentant l'ABS, celui-ci a évité d'employer le mot «seaworthy» (navigabilité) en raison de ses connotations en droit américain. «En droit américain, un navire est en bon état de navigabilité s'il est raisonnablement en mesure d'accomplir le service auquel il est destiné.» (Transcriptions des audiences publiques, Volume 86, p. 14 060)

1.1 Pontons de l'*Ocean Ranger* en cours de construction au chantier naval Eba n° 2 de Mitsubishi Heavy Industries, Hiroshima, Japon. La grue flottante à l'arrière-plan soulève en place la première section des quatre entretoises transversales.



1.2 La coque supérieure en place, les principaux éléments de la structure de l'*Ocean Ranger* sont complétés. L'une des trois grues de la plate-forme a déjà été installée et sert à déplacer les matériaux pendant la construction. L'hélisurface au-dessus des logements du côté tribord avant est presque terminée. Les coussinets d'ancre servant à protéger les pontons pendant les opérations d'amarrage et sur lesquels s'appuient les douze ancres principales sont visibles près de la ligne de flottaison au niveau des colonnes d'angle.

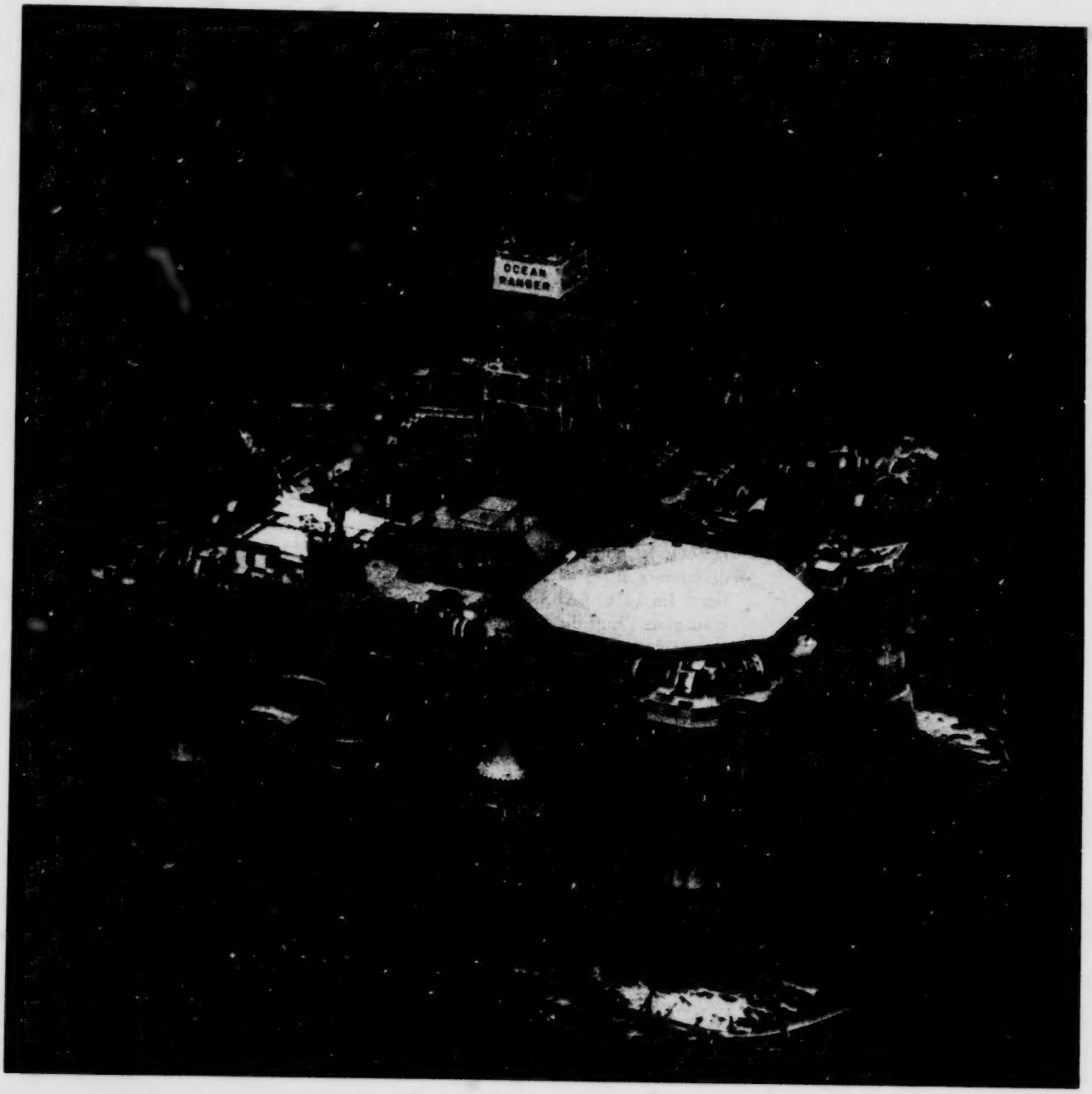
Article 1.17 Responsabilité . . . «Tous ceux qui se prévalent de quelque façon des services du Bureau comprennent et conviennent que ni le Bureau ni l'un quelconque de ses Comités et employés ne sera, quelles que soient les circonstances, tenu responsable sous quelque aspect de tout acte ou omission soit par négligence ou autrement . . .»

Règlement concernant la classification et la construction des unités mobiles de forage offshore, 1973
American Bureau of Shipping

Il semble y avoir confusion quant au rôle de l'ABS et quant à la signification de sa classification de l'*Ocean Ranger*. La classification d'une installation de forage par une société signifie tout simplement que l'installation en question a été construite en conformité avec les règles édictées par la société. Elle ne garantit pas le bon état de navigabilité. Elle sous-entend que la société, se fondant sur son expérience cumulative, estime qu'une installation ainsi construite aura une structure solide et sera dotée de l'équipement suffisant pour supporter les conditions marines pour lesquelles elle est cotée. Comme l'a souligné un porte-parole de l'ABS au cours des audiences, si d'autres choisissent de donner une signification plus vaste à la notion de classification, ils le font à leurs propres risques, car le rôle limité de la société de classification est clairement énoncé dans ses règles.

Au moment de la construction de l'*Ocean Ranger*, les règles applicables de l'ABS commandaient, en guise de condition de classification des installations de forage, qu'on ait préparé, à la satisfaction du Bureau, un manuel d'exploitation expliquant comment procéder pour exploiter l'installation en toute sécurité. ODECO Engineers Inc. a préparé un manuel de ce genre pour l'*Ocean Ranger*. On y expliquait comment maintenir l'installation stable et de niveau, comment la faire fonctionner en toute sécurité durant le transit, l'amarrage, le forage et les tempêtes et comment apporter les correctifs nécessaires en cas d'avarie grave. Le 21 janvier 1977, ce manuel a obtenu l'approbation finale de l'ABS, comme l'indique le sceau officiel du Bureau tamponné à la première page. L'ABS rejette toute responsabilité à l'égard de la valeur des instructions qui figurent dans le manuel d'exploitation, mais la présence de son sceau officiel pourrait amener des tiers à conclure que cette approbation s'appliquait au manuel dans son ensemble et que l'ABS considérait complètes et appropriées les instructions pour une exploitation sécuritaire qui figuraient dans le manuel approuvé. Cela explique peut-être pourquoi l'État du pavillon et les États riverains n'ont pas fait d'examen critique rigoureux des modalités d'exploitation de l'*Ocean Ranger*. Pourtant, comme on le verra plus tard, le manuel était déficient sur plusieurs points, notamment par le manque de directives relatives à la prévention de l'envahissement par le haut des puits aux chaînes, à la fermeture des contre-hublots de la salle de contrôle des ballasts en cas de tempête et au contrôle manuel du système des ballasts en cas d'avarie grave au console de commande des ballasts. Il ne présentait en outre aucune information concernant les limites du système de ballasts.

La même observation s'applique à la conception de l'installation et à l'interrelation entre certains de ses systèmes. On pouvait supposer, puisque l'installation avait été cotée par l'ABS, que son sytème de ballasts pourrait corriger l'assiette ou la gîte quand et comme il le faudrait. La réalité était tout autre. Les règles de l'ABS ne traitaient pas des questions comme l'angle d'inclinaison maximal à partir duquel l'installation serait encore en mesure de rétablir son équilibre en expulsant par pompage l'eau des ballasts. Elles ne traitaient pas non plus de la qualité ou du caractère approprié du dispositif d'amarrage de l'installation, si ce n'est qu'il devait à l'essai être conforme aux spécifications de l'armateur. En outre, il n'existait pas de normes de l'ABS relatives à l'épaisseur du verre des hublots ou à la protection des puits aux chaînes contre l'envahissement. Ce ne sont là que quelques exemples de points importants pour la sécurité de l'installation que n'abordaient pas les règles de l'ABS. Ils illustrent que, en cotant une installation de forage, la société de classification ne fait que certifier qu'elle a été construite en conformité avec ses règles. Les questions de conception et d'exploitation sécuritaires que n'abordent pas les règles relèvent d'autres organismes de réglementation, qui peuvent établir leurs propres normes et les mettre en application.



1.3 L'*Ocean Ranger* en remorque dans la baie d'Hiroshima avant son voyage inaugural du Japon jusqu'en Alaska. Sa conception devait lui permettre de résister à des vents jusqu'à 115 milles à l'heure et des mers du vent jusqu'à 110 pieds. À ce moment-là, elle était la plus grande unité de forage semi-submersible du monde.

CONVENTIONS INTERNATIONALES

La communauté maritime internationale a élaboré des exigences minimales en matière de sécurité applicables à tous les navires évoluant dans les eaux internationales. L'Organisation maritime internationale[2] (OMI), qui regroupe la plupart des pays maritimes du monde, est l'organisme qui a pour mission de formuler des normes à l'égard de la sécurité maritime, de la pollution et de la navigation. Les membres de l'OMI les adoptent comme exigences minimales qu'ils complètent de leurs propres réglementations. Le Canada, par exemple, complète les exigences de l'OMI au moyen de la *Loi sur la marine marchande du Canada*.[3] Il n'existait pas de normes de l'OMI régissant les installations mobiles de forage offshore lorsque l'*Ocean Ranger* a été construite (le premier code applicable aux installations de ce genre a été adopté en 1980) et les deux conventions qui s'appliquaient au cas, la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (1960) et la *Convention sur les lignes de charge* (1966), avaient été conçues pour des navires de catégories classiques.

La *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* traite de la conception des navires sous l'aspect de son incidence sur la sécurité des humains. Elle porte sur la structure et la machinerie, sur l'équipement de communication et sur l'équipement de sauvetage. La *Convention sur les lignes de charge* traite du franc-bord des navires dans des conditions normales d'opération et stipule la profondeur maximale de chargement. C'est à l'État du pavillon qu'il incombe de délivrer les certificats, normalement valides pour deux ans, attestant que le navire respecte les normes de l'OMI. Deux fois l'*Ocean Ranger* a été inspectée aux fins de déterminer si ses caractéristiques étaient conformes aux prescriptions des Conventions. En 1976, l'ABS a procédé à une inspection pour le compte du Panama, qui était alors l'État du pavillon de l'*Ocean Ranger*; et en 1979, alors que l'installation est passée sous licence des États-Unis, la Garde côtière des États-Unis l'a inspectée à son tour. Au moment de la perte de la plate-forme, le *Certificat de sécurité du matériel d'armement pour le navire de charge*, l'un des certificats délivrés par la Garde côtière des États-Unis en vertu de la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer* (1960), avait expiré. Le certificat délivré en vertu de la *Convention sur les lignes de charge* (1966) était toutefois valide.

ÉTAT DU PAVILLON

En changeant de pays d'immatriculation pour passer, en l'occurrence, sous licence des États-Unis, l'*Ocean Ranger* ressortissait à la réglementation de la Garde côtière des États-Unis figurant dans la section du *Code of Federal Regulations* consacrée aux installations mobiles de forage en mer. Publiée pour la première fois en 1979, la réglementation de la Garde côtière des États-Unis portait sur la structure, la stabilité, l'exploitation et la sécurité de l'installation et traitait spécifiquement des exigences relatives aux affectations aux divers postes et du commandement. L'inspection effectuée par la Garde côtière des États-Unis a eu lieu en décembre 1979 et a été accomplie par du personnel provenant du Marine Inspection Office, dans le Rhode Island. L'*Ocean Ranger* était la première installation semi-submersible inspectée par ce bureau. Il n'existe pas de preuve attestant que les aspects techniques du modèle de l'installation et la capacité de son système de pompage des ballasts aient été évalués. Il semble que la cote attribuée par l'ABS ait été prise pour preuve que le

[2] L'Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime était un organisme spécialisé des Nations Unies créé en 1958; il a été rebaptisé Organisation maritime internationale (OMI) en 1982.

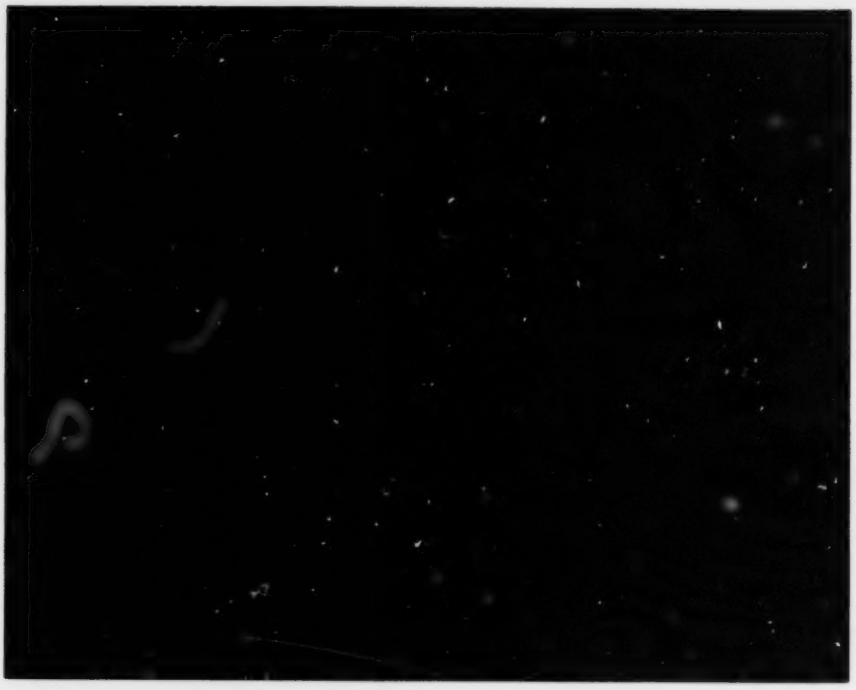
[3] Au moment de la perte de l'*Ocean Ranger*, cette loi réglementait les activités des navires immatriculés au Canada et ceux qui évoluaient à moins de douze milles de la rive; elle ne s'appliquait donc pas à l'*Ocean Ranger*.

modèle convenait. Aucune carence majeure n'a été décelée mais ODECO s'est vu imposer de remplacer dans les deux ans les embarcations et les radeaux de sauvetage par de l'équipement approuvé. Après l'approbation du *Manuel d'exploitation*, un certificat d'inspection précisant les exigences relatives à l'équipage a été accordé pour une période de deux ans.

Après l'inspection initiale, la Garde côtière des États-Unis n'en a pas effectué d'autres qui auraient servi à confirmer que l'installation était convenablement exploitée et que sa réglementation était observée, bien qu'un fonctionnaire ait effectué une brève visite et ait établi une liste de travaux suggérés de maintenance et de modification. Aux termes de la politique en vigueur aux États-Unis, c'est à l'armateur de communiquer avec la Garde côtière avant l'expiration du certificat afin de prendre des dispositions relatives à une nouvelle inspection. Au moment de la perte de l'*Ocean Ranger*, ODECO n'avait pas encore communiqué avec la Garde côtière bien que le certificat initial eût expiré en décembre 1981 et que les embarcations et les radeaux de sauvetage à bord n'eussent pas été conformes aux exigences de la Garde côtière. Il a aussi été établi que les postes à bord n'étaient pas occupés comme l'exigeait le certificat d'inspection et que le *Certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge*, délivré en vertu de la *Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer*, avait expiré. La Garde côtière se fiait à la classification de l'ABS pour juger du caractère approprié du modèle de l'installation. Elle ne s'est pas dotée de modalités d'inspection pour s'assurer que sa réglementation relative à la certification et à l'équipement de sauvetage était observée. (Des certificats, ainsi que d'autres informations pertinentes, se trouvent à l'Appendice C.)

ÉTAT RIVERAIN

Lorsque l'*Ocean Ranger* a été louée pour des travaux de forage sur les Grands bancs, elle est passée sous le contrôle supplémentaire de la réglementation de deux gouvernements, le gouvernement du Canada et le gouvernement de Terre-Neuve. En raison du litige non résolu au sujet de la propriété des ressources offshore, chacun des gouvernements assujettissait les activités de forage sur les Grands bancs à ses propres exigences. Le gouvernement du Canada, par l'intermédiaire de la Direction de la gestion des ressources du Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (plus tard rebaptisée Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada [APGTC]), obligeait les opérateurs offshore à se conformer au *Règlement concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada* (1980). Parallèlement, les opérateurs étaient tenus de suivre les prescriptions du *Règlement sur le pétrole de Terre-Neuve et du Labrador* (1977), administré principalement par la Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate (Direction générale du pétrole de Terre-Neuve et du Labrador ou: la Direction générale du pétrole). Bien que les deux règlements ne s'accordaient pas sur le plan du contenu, ils visaient tous deux à faire en sorte que les activités de forage fassent une place appropriée à la sécurité des humains et de l'environnement. Pour réglementer tous les aspects du forage offshore, l'APGTC utilisait un système de demande et de permis. L'opérateur était tenu de fournir pour approbation de l'information sur le programme de forage proposé, y compris des précisions sur l'installation de forage, sur les véhicules de soutien et sur les modalités d'urgence (plans d'intervention d'urgence). En mars 1980, Mobil Oil Canada Ltd., opérateur pour le compte du consortium dans le champ Hibernia, a fait part à l'APGTC de son intention d'utiliser l'*Ocean Ranger*. L'APGTC a inspecté l'installation et n'y a relevé aucun défaut grave au niveau de la structure ou de la sécurité, bien qu'elle ait jugé inacceptables le système radar et le système d'aération. Le 3 novembre 1980, l'APGTC a approuvé la demande de Mobil de forer un puits en utilisant l'*Ocean Ranger*. Entre ce moment et celui de la perte, les inspecteurs de l'APGTC ont visité l'*Ocean Ranger* à 19 reprises; ils s'intéressaient principalement à l'aspect sécuritaire de l'activité de forage. Bien que les inspecteurs aient parfois exa-



1.4 L'*Ocean Ranger* au puits J-34 au champ Hibernia au large de la côte est du Canada en décembre 1981 à son tirant d'eau opérationnel de 80 pieds. On aperçoit quelques-uns des câbles des douze ancres sortant des chaumards des colonnes d'angle.

miné l'équipement de sauvetage, aucune tentative n'a été faite pour déterminer s'il convenait bien à l'évacuation de l'installation.

La Direction générale du pétrole a joué un rôle de moindre importance à l'égard de la réglementation des activités sur les Grands bancs. Bien qu'elle employât un système de demande et de permis semblable à celui de l'APGTC, elle comptait sur d'autres pour veiller à ce que la structure soit solide et que l'installation soit dans un bon état de navigabilité et dotée d'un équipement de sauvetage approprié. Lorsque l'*Ocean Ranger* est arrivée sur les Grands bancs, la Direction générale du pétrole a fait appel aux services d'un inspecteur qui a évalué les rapports de forage quotidiens afin de s'assurer que les activités étaient conformes à la réglementation de la province. En cas de manquement grave aux conditions dont était assorti le permis de forage de l'opérateur, l'inspecteur était censé se présenter sur la plate-forme pour effectuer une inspection sur place. L'*Ocean Ranger* n'a fait l'objet d'aucune inspection, bien que des représentants de plusieurs organismes provinciaux, y compris la Direction générale du pétrole, aient effectué un certain nombre de visites officieuses. Le gouvernement de Terre-Neuve a aussi appliqué une réglementation portant sur l'achat local de biens et de services associés au programme de forage et établi des exigences relatives à l'emploi de main-d'œuvre locale sur la plate-forme.

Les exigences de la société de classification et de l'État du pavillon n'enlèvent rien à la responsabilité de l'État riverain de veiller à ce que l'installation mobile de forage en mer battant pavillon étranger qui évolue dans sa zone de juridiction soit dans un bon état de navigabilité et à ce qu'on y applique en permanence des normes et des pratiques marines appropriées. Des représentants et de L'APGTC et de la Direction générale ont admis dans leurs témoignages qu'elles n'avaient pas fait une priorité de la sécurité des opérations maritimes de l'installation. Depuis la catastrophe de l'*Ocean Ranger*, la Garde côtière des États-Unis, l'APGTC et la Direction générale du pétrole ont donné plus de rigueur et à la réglementation et aux politiques de mise en application.

2

L'OCEAN RANGER

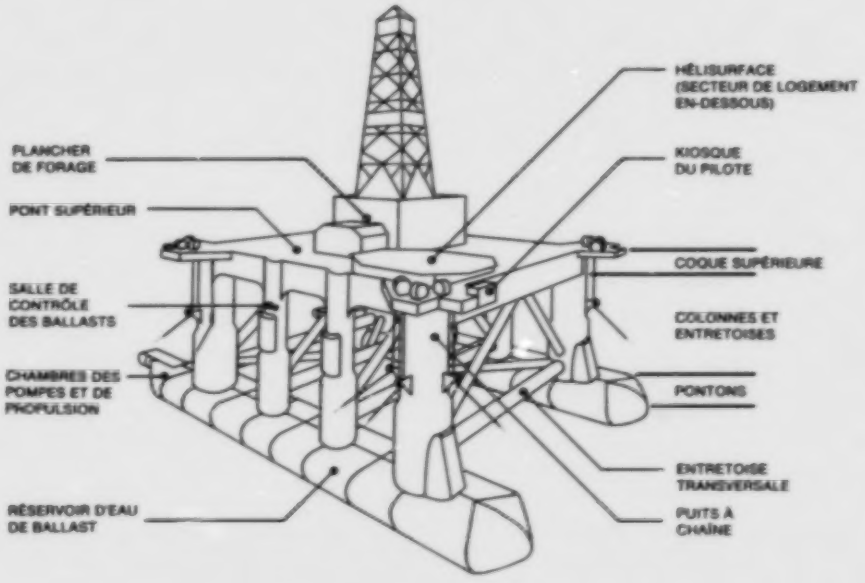
CHAPITRE 2 L'*OCEAN RANGER*

Ce chapitre porte sur la description et les observations relatives à la structure et à la disposition, aux systèmes de ballasts et de communications, ainsi qu'au matériel de sauvetage de l'*Ocean Ranger*. Nous aborderons ici les éléments que nous considérons avoir contribué directement au naufrage de la plate-forme et de son équipage; de plus amples détails seront toutefois fournis dans les chapitres suivants.

La structure de l'*Ocean Ranger* était semblable à celle de nombreuses autres installations semi-submersibles en exploitation au large des côtes canadiennes et dans le monde. La plate-forme comprenait deux pontons, huit colonnes verticales, une coque supérieure à deux ponts et une structure de soutien formée d'entretoises et de poutres. Les deux pontons comptaient chacun 16 réservoirs qui servaient à stocker l'eau de ballastage, le combustible et l'eau de forage. Une chambre des pompes et une chambre de propulsion se trouvaient dans la section conique de l'arrière de chaque ponton et contenaient les pompes, la tuyauterie et les soupapes associées aux réservoirs des pontons et au système de pompes de cale. Chaque chambre de propulsion contenait deux moteurs de propulsion électriques, leurs tableaux de commande, ainsi que les moteurs hydrauliques et les contrôles du système de direction.

Les pontons étaient reliés à la coque supérieure par huit colonnes verticales étanches. Une ossature structurale composée d'entretoises horizontales, verticales et diagonales reliait et supportait la coque supérieure et les colonnes de bâbord et de tribord. En plus d'assurer le soutien, une meilleure stabilité et une plus grande flottaison, ces colonnes fournissaient l'espace nécessaire pour le matériel, le stockage et l'acheminement de la tuyauterie, des conduits et du câblage électrique. Toutes les colonnes étaient munies d'échelles et de trappes étanches permettant d'accéder aux ponts intermédiaires et aux compartiments. Chaque colonne arrière logeait un ascenseur reliant la coque supérieure à la chambre des pompes et à la chambre de propulsion.

Chacune des quatre colonnes d'angle contenait trois puits aux chaînes pour le stockage des chaînes des ancres. Ces puits se trouvaient entre des cloisons horizontales étanches aux niveaux de 35 pieds et de 70 pieds. Deux ouvertures dans le pont supérieur menaient aux puits aux chaînes; la première avait une superficie approximative de six pieds carrés à l'extrémité supérieure de la dalle, l'autre variait de 22,4 pieds à 28,3 pieds carrés à la partie supérieure du réservoir de câble. Ces deux ouvertures étaient nécessaires à cause de la combinaison inhabituelle de chaînes et de câbles d'acier utilisée dans le système d'amarrage. La nature même de ce système signifiait aussi que les puits aux chaînes étaient vides lorsque la plate-forme était amarrée. L'American Bureau of Shipping (ABS) qualifiait ces ouvertures de «premier point d'envahissement par les hauts», c'est-à-dire le premier point au-dessus de



2.1 Cette illustration présente les principaux éléments de structure et secteurs de travail de l'*Ocean Ranger*. Les pontons d'une longueur de 406 pieds se trouvaient à 80 pieds sous la surface lorsque la plate-forme forait.

la ligne de flottaison par où l'eau de mer pourrait pénétrer dans la coque si la plate-forme accusait une forte assiette ou gîte. Néanmoins, il n'y avait aucun couvercle de prévu pour ces ouvertures, aucun système d'écoulement dans les puits aux chaînes, aucun dispositif de pompage de l'eau et aucun système d'alarme pour indiquer s'il y avait envahissement par les hauts.

L'*Ocean Ranger* était dotée d'un système de mouillage en douze points, dont les ancres principales pesaient 45 000 livres. Chaque ancre était rattachée à une chaîne de 1 650 pieds à maillons de 3 pouces ¼, reliée à un câble d'acier d'un diamètre de 3 pouces ½ et d'une longueur de 5 600 pieds. Trois câbles d'amarrage partaient de chacune des plates-formes de mouillage situées sur les quatre colonnes d'angle et rejoignaient les ancres par des chaumards à rouleaux. Le contrôle de ces câbles était assuré par des groupes de trois treuils fixés au sommet de chacune des quatre colonnes d'angle, à la hauteur du pont supérieur. Des cabines de contrôle logées du côté hors-bord de ces colonnes contenaient le matériel de commande des apparaux de mouillage, ainsi que les instruments de contrôle de la tension des chaînes d'ancre.

Les quatre colonnes latérales plus petites, entre les pontons et la coque supérieure, contenaient les réservoirs en vrac de stockage des éléments de boue de forage sèche. Alors que trois de ces colonnes contenaient chacune deux réservoirs de stockage, la troisième colonne de tribord en logeait seulement un, l'espace du dessus étant occupé par deux salles de contrôle. La salle de contrôle des ballasts se trouvait à une hauteur de 108 pieds au-dessus de la quille et la salle de contrôle du système d'amarrage était logée directement au-dessus.

Le plancher de forage et la tour au centre de la plate-forme, directement au-dessus du puits de forage, étaient entourés par la coque supérieure qui, elle, était divisée en deux ponts principaux et en une zone d'habitation. Le pont inférieur, à 134 pieds au-dessus de la quille, abritait les génératrices électriques primaires et de secours, les compresseurs d'air, un atelier de mécanique, des zones de stockage et de manutention de la boue de forage et du ciment, ainsi que le premier des trois niveaux d'habitation. Deux poutres-caissons divisaient transversalement la plate-forme en

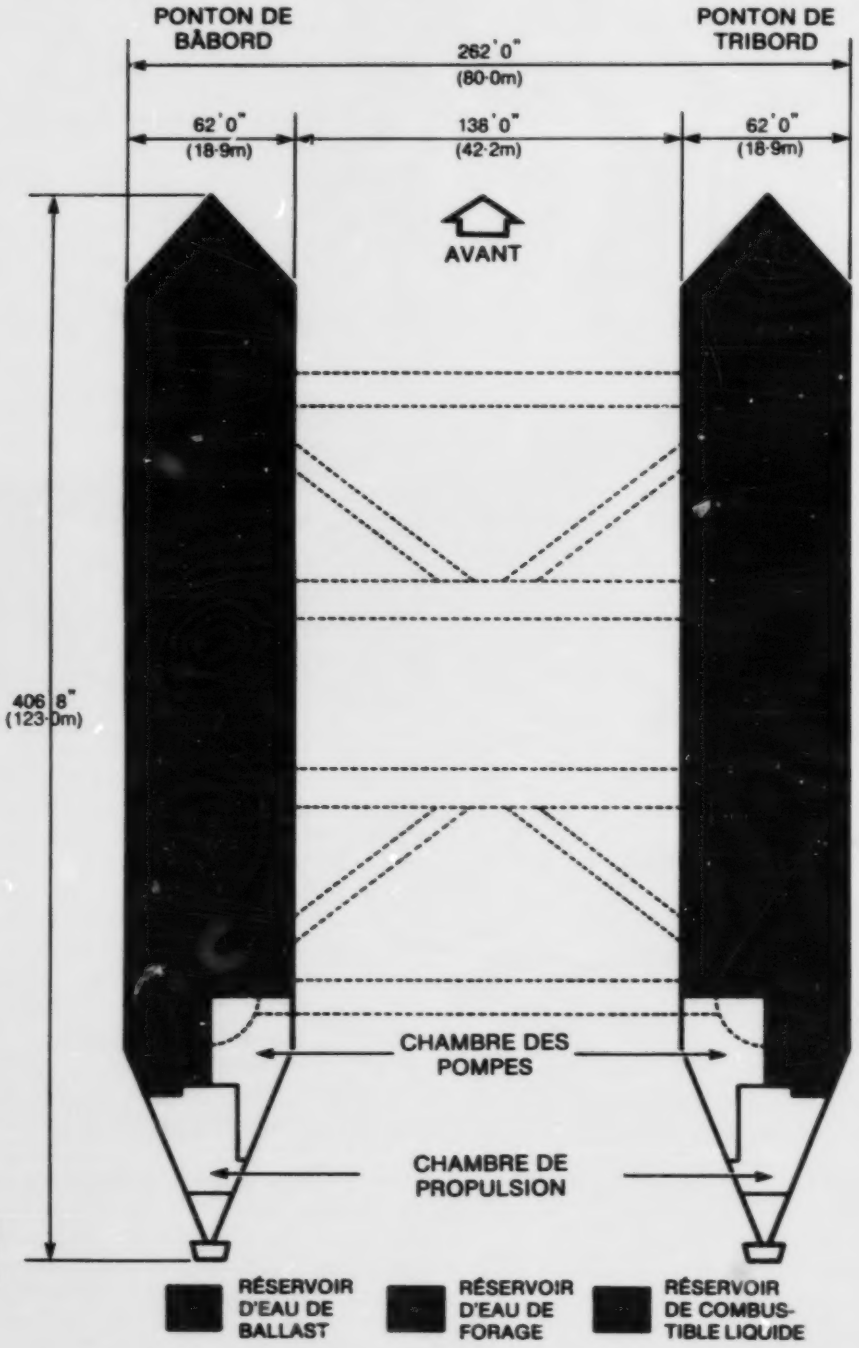
2.2 Les 12 guindeaux d'ancre de l'*Ocean Ranger* furent remplacés au chantier naval de Port Alberni, Colombie Britannique, en 1979.

trois sections et formaient les éléments structuraux qui supportaient le plancher de forage. Elles logeaient aussi des réservoirs de stockage d'eau de mer, de combustible et d'eau de forage. Un vaste réseau de tuyauteries traversant la coque supérieure permettait l'acheminement de ces liquides aux endroits voulus. Le pont supérieur servait de zone de stockage et de manutention des nombreux articles et du matériel nécessaires aux opérations de forage. Trois grues servaient à charger et à décharger le matériel des navires de service et à le déplacer sur la plate-forme. Des postes de chargement situés au milieu, à bâbord et à tribord servaient de raccords des conduites pour le transfert des liquides et des marchandises en vrac. Ce pont supérieur situé à 151 pieds au-dessus de la quille constituait le toit du pont inférieur, de même que le sommet exposé ou le pont découvert de la coque supérieure.

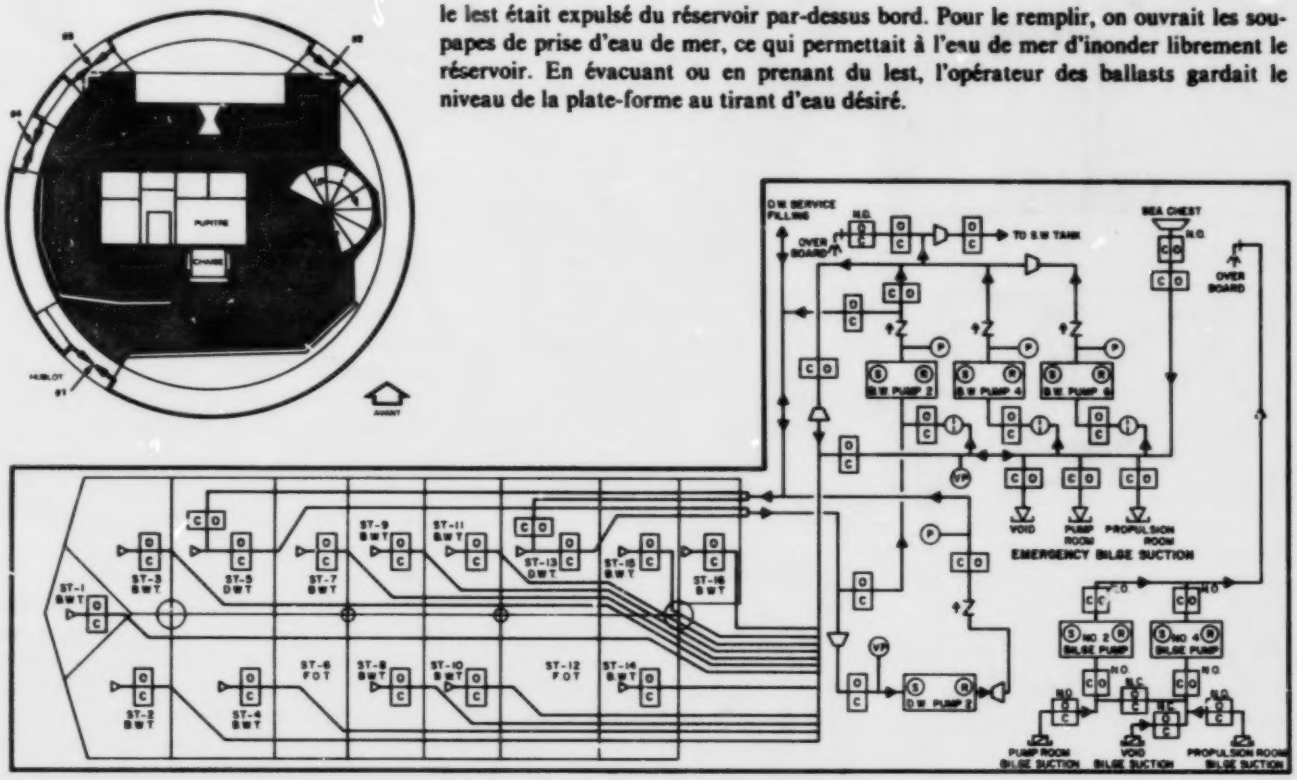
L'angle tribord avant de la coque supérieure était occupé par le premier et le deuxième niveaux des quartiers des membres d'équipage, et un local radio, l'hôpital, des bureaux et les quartiers des contremaîtres se trouvaient au troisième niveau. L'hélisurface se trouvait directement au-dessus du secteur d'habitation et le kiosque du pilote était à l'avant de ce secteur, contigu à la plate-forme de mouillage, par tribord avant. Le pont supérieur était conçu pour être étanche lorsqu'il n'était pas endommagé. Toutefois, une assiette avant prononcée exposait plusieurs puits de ventilateurs situés à l'avant et les fenêtres se trouvant en face d'un escalier non protégé à l'angle bâbord avant des quartiers d'habitation, à des dégâts causés par les vagues qui pourraient inonder le pont inférieur.

LE SYSTÈME DE BALLASTS

Le système de ballasts de l'*Ocean Ranger* comportait trois principaux éléments : les 24 réservoirs de ballast des pontons, les 6 pompes servant au déballastage et le système de tuyauteries et de soupapes actionnées à distance reliant les pompes et les réservoirs. Le lest était lâché en ouvrant les soupapes appropriées entre un réservoir et une pompe, et de là vers le renvoi par-dessus bord. Une fois la pompe en marche,



2.3 Parmi les 32 réservoirs des pontons, 24 servaient au stockage de l'eau de ballast, et le reste au stockage de l'eau de forage et de mazout. La salle de contrôle des ballasts était située dans la colonne au-dessus des réservoirs de tribord 10 à 13.



2.4 La salle de contrôle des ballasts, ayant 18 pieds de diamètre, se trouvait à quelque 28 pieds au-dessus du niveau moyen au tirant de forage de 80 pieds. Les soupapes et les pompes des ballasts étaient commandées à partir du panneau schématique sur lequel les composants du système étaient clairement identifiés. On voit ici la partie tribord du panneau schématique. (Voir page 102 pour une traduction des termes utilisés pour le panneau schématique.)

le lest était expulsé du réservoir par-dessus bord. Pour le remplir, on ouvrait les soupapes de prise d'eau de mer, ce qui permettait à l'eau de mer d'inonder librement le réservoir. En évacuant ou en prenant du lest, l'opérateur des ballasts gardait le niveau de la plate-forme au tirant d'eau désiré.

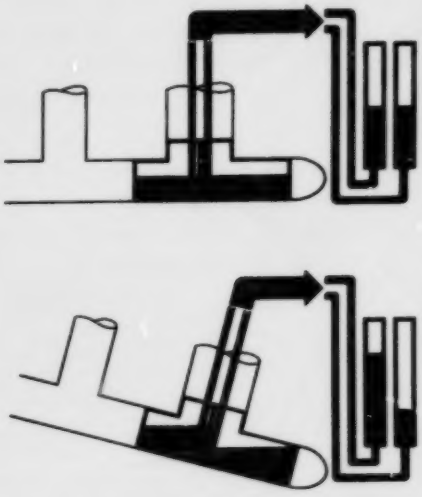
Il n'y a pas de preuve de problèmes sérieux reliés au système des ballasts au cours des six ans d'opération de la plate-forme. Toutefois, le système qui fonctionnait bien lorsque la plate-forme était équilibrée, s'avérait problématique lorsque la plate-forme avait une assiette avant. À une assiette avant relativement modérée, la capacité d'aspiration des pompes situées à l'arrière de chaque ponton était dépassée et les pompes ne réussissaient pas à évacuer le lest des réservoirs avant.[1]

Le système de ballasts était commandé à partir de la salle de contrôle située dans la troisième colonne de tribord où les opérateurs contrôlaient le contenu des réservoirs des pontons ainsi que la stabilité, l'attitude et le tirant de la plate-forme. Ils utilisaient la console de contrôle des ballasts pour modifier au besoin le contenu des réservoirs et pour transférer l'eau de forage dans les réservoirs de pontons connexes ou les en retirer, en prenant soin de régler en même temps le lest pour compenser les déplacements des charges.

La salle circulaire de contrôle des ballasts comportait quatre hublots[2] qui permettaient à l'opérateur d'observer les activités des navires de soutien pendant le transfert des marchandises et de voir les échelles de tirant d'eau sur les quatre colonnes d'angle. En effet, la principale raison pour loger la salle de contrôle des ballasts dans la colonne était de permettre à l'opérateur de prendre la lecture des échelles. Toutefois, la plus éloignée de ces échelles se trouvait à quelque 200 pieds de la salle de contrôle des ballasts et la lecture à vue précise était impossible par mauvais temps ou fortes mers. Même par temps clair, on ne pouvait faire qu'une estimation du

[1] Il sera question plus en détail des limites du système aux Chapitres 6 et 7, et à l'Appendice F-4.

[2] Aux fins du présent rapport, le terme «hublot» désigne le cadre circulaire entourant une fenêtre de verre, ou la fenêtre dans son ensemble. Les hublots de la salle de contrôle étaient fixes et ne pouvaient être ouverts. On trouvera d'autres renseignements techniques sur les hublots au Chapitre 6.



2.5 Une évaluation précise du contenu de chaque réservoir des pontons était critique dans le calcul de la stabilité. On pouvait faire des erreurs considérables lorsque la plate-forme était inclinée étant donné que les tables de conversion ne tenaient pas compte de la position du tube capteur des jauges.

tirant d'eau, celle-ci étant donc sujette à l'erreur. Compte tenu de l'importance de maintenir la stabilité du tirant d'eau, on aurait dû doter la plate-forme d'un autre mécanisme plus fiable. Au moment de la construction de l'*Ocean Ranger*, il y avait sur le marché des téléindicateurs et bon nombre d'autres installations semi-submersibles du même âge en étaient dotées.

Comme la salle de contrôle des ballasts était considérée zone sèche, le panneau de contrôle des ballasts n'était pas protégé contre l'eau de mer. Chaque hublot avait bien un couvercle métallique à charnière ou un contre-hublot à l'intérieur, qui pouvait être abaissé sur le hublot pour le protéger, mais il était d'usage de laisser ces contre-hublots ouverts. Même si le verre trempé ne pouvait résister à la pression exercée par les vagues que provoquerait assurément une forte tempête, aucune mesure de protection n'était prévue pour le panneau de contrôle si jamais le verre du hublot venait à éclater et si l'eau de mer pénétrait dans la salle; le panneau de contrôle lui-même n'était pas étanche. En cas d'inondation accidentelle par l'eau de mer, le fonctionnement du système de contrôle des ballasts pouvait être perturbé.

Deux ensembles de jauges de niveau des réservoirs ou jauges «King» installés sur la cloison arrière de la salle de contrôle des ballasts indiquaient les niveaux d'eau de mer de ballastage, de combustible et d'eau de forage dans les réservoirs des pontons. Le *Manuel d'exploitation* contenait des tables de conversion que les opérateurs utilisaient pour calculer la stabilité de la plate-forme. Ces tables n'étaient précises que lorsque la plate-forme était de niveau et ne comportaient pas de facteurs de corrections pour tenir compte des assiettes vers l'avant ou l'arrière. La position des tubes capteurs des jauges King à l'arrière plutôt qu'au centre des réservoirs de chaque ponton entraînait des changements dans les lectures des niveaux des réservoirs lorsque l'assiette de la plate-forme était vers l'avant ou vers l'arrière. Par conséquent, l'opérateur des ballasts pouvait mal interpréter les lectures du contenu des réservoirs quand la plate-forme était déséquilibrée. De plus, les jauges pour les pontons de bâbord étaient montées du côté tribord de la salle de contrôle des ballasts et celles de tribord étaient du côté bâbord. Cette disposition portant à confusion ainsi que la possibilité de faire une mauvaise interprétation du contenu des réservoirs pouvaient amener l'opérateur à prendre les mesures correctives non appropriées pour redresser la plate-forme lorsqu'elle était déséquilibrée.

Au centre de la salle de contrôle des ballasts, il y avait le bureau de l'opérateur, un panneau d'affichage qui montrait la position de la plate-forme par rapport à la tête de puits, ainsi qu'un terminal informatique qui fournissait des renseignements sur la tension des ancres, les vents et les vagues, et les mouvements de la plate-forme. Le bureau de l'opérateur comprenait un poste radio VHF télécommandé et un combiné pour le système de hauts-parleurs qui permettait de communiquer avec d'autres secteurs de la plate-forme. Pendant les opérations courantes, l'opérateur des ballasts surveillait continuellement deux ensembles d'inclinomètres[3] qui montraient les angles d'assiette de la plate-forme et la gîte jusqu'à 15 degrés dans un sens ou dans l'autre. Si l'angle dépassait le maximum souhaité, l'opérateur se servait de la console de contrôle pour remettre la plate-forme de niveau, en évacuant ou en embarquant du lest.

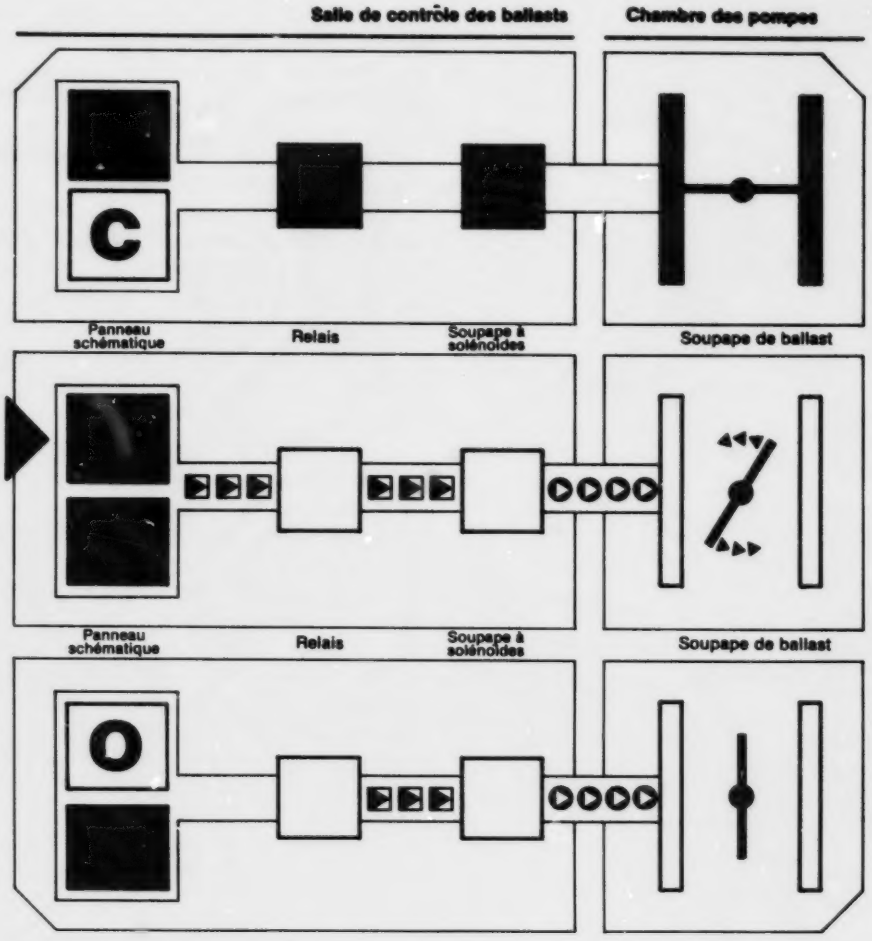
Le panneau vertical supérieur de la console de contrôle des ballasts contenait les instruments qui contrôlaient les éléments des systèmes de ballasts, d'eau de forage et de combustible. D'autres témoins indiquaient l'état (ouvert/fermé) des écoutilles et des portes étanches dans certaines des autres colonnes, de même que celui des systèmes d'alimentation électrique et en air comprimé de la console de contrôle. Le panneau horizontal inférieur, désigné «panneau schématique», était divisé en sections bâbord et tribord où était gravé un diagramme montrant le tracé des réservoirs, de la tuyauterie, des pompes et des soupapes dans chaque ponton. Chaque soupape était

[3]Il y avait aussi des inclinomètres dans le bureau du chef de chantier, dans le local radio et dans la salle des pompes.

SOUPAPE FERMÉE: Le relais et la soupape à solénoïdes sont à la position de repos. Un commutateur sur le dispositif de commande de la soupape de ballast, qui communique avec la lampe témoin par le relais, a allumé la lampe «closed» (fermé).

COMMUTATEUR «OPEN» (OUVERT) ENFONCÉ: La lampe «closed» est immédiatement éteinte dès que le relais est excité. La soupape de ballast est en transit pendant 20 à 40 secondes. Si la soupape ne s'ouvre pas ou ne s'ouvre pas complètement, les deux lampes témoins restent éteintes.

SOUPAPE OUVERTE: Quand la soupape de ballast est complètement ouverte, un deuxième commutateur sur le dispositif de commande de la soupape allume la lampe «open» (ouvert).



2.6 L'utilisation du panneau schématique dans la commande des ballasts.

Électricité Air comprimé

représentée par deux lampes témoins, une rouge lorsque la soupape était fermée et une verte lorsqu'elle était ouverte. Ces lampes étaient montées dans des paires de commutateurs à boutons-poussoirs identifiés «open» et «close» et les soupapes étaient commandées en enfonçant le commutateur approprié. De même, les pompes étaient représentées et commandées au moyen de commutateur à boutons-poussoirs munis de lampes témoins de couleur rouge pour «stop» et vert pour «run».

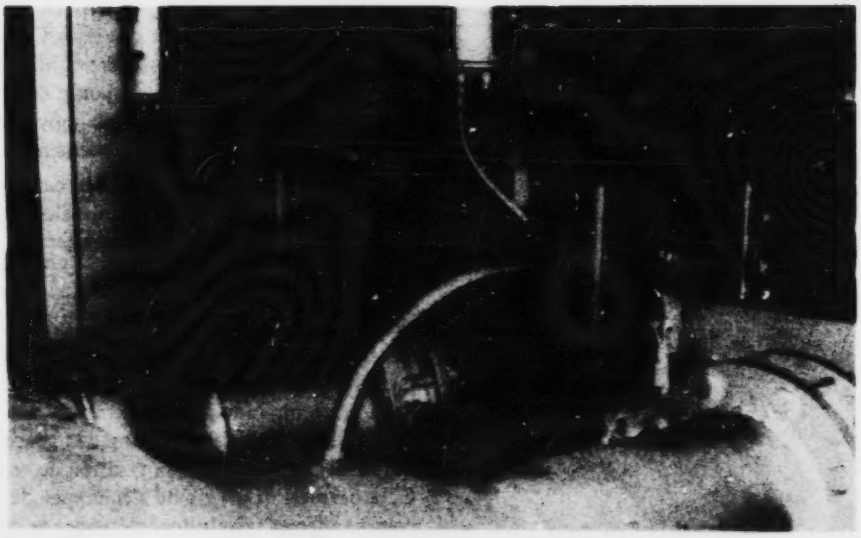
Le système de contrôle des ballasts était de type «pneumatique à commande électrique» et utilisait les signaux électriques transmis par les commutateurs du panneau schématique pour commander l'alimentation en air comprimé qui ouvrait les soupapes de la salle des pompes. En enfonçant le commutateur «open», un relais monté derrière le panneau supérieur était bloqué en position excitée. Lorsque le courant passait par le relais excité, une soupape pneumatique (soupape à solénoïdes) située en-dessous du panneau s'ouvrait et l'air comprimé était alors dirigé jusqu'à un piston et à une commande à ressort de la soupape télécommandée. L'air qui pénétrait dans la commande à ressort faisait déplacer le piston qui comprimait le ressort et ouvrait la soupape. Pour fermer la soupape, on enfonçait le commutateur «close», ce qui ramenait le relais à sa position de repos et faisait fermer la soupape à solénoïdes. Cela permettait à l'air de s'échapper de l'appareil de commande de la soupape télécommandée et faisait donc détendre le ressort contre le piston et fermer la soupape.

Les lampes témoins du panneau schématique indiquaient seulement qu'une soupape était complètement ouverte ou complètement fermée. Lorsqu'on enfonçait un commutateur «open», la lampe témoin «closed» (rouge) était immédiatement éteinte par le relais et, au cours du délai de 20 à 40 secondes pendant lequel la soupape était en mouvement, aucune lampe témoin n'était allumée. Lorsque la soupape était ouverte à fond, la lampe témoin «open» (vert) s'allumait. Si les deux lampes témoins demeuraient éteintes au-delà de 20 à 40 secondes, un opérateur *vigilant* saurait qu'une défectuosité s'était produite quelque part dans le système, bien qu'aucune alarme n'était installée pour indiquer l'endroit de la défectuosité.

Le panneau schématique fournissait très peu de données sur les soupapes et aucune sur l'état mécanique de l'équipement. En cas de bris mécanique dans le système de contrôle des soupapes, l'opérateur pouvait être devant des données confuses ou contradictoires. A partir de la salle de contrôle, on ne disposait d'aucun moyen de confirmer le sens du trajet des soupapes. Les spécifications initiales d'ODECO exigeaient un tel dispositif, mais la console n'en comportait pas lorsqu'elle a été installée.

En cas de rupture de l'alimentation électrique ou en air pressurisé de la console de contrôle, toutes les soupapes télécommandées se fermaient automatiquement. Cette caractéristique de «sûreté intégrée» permettait de s'assurer que les soupapes ne seraient jamais laissées involontairement ouvertes en cas de panne d'alimentation. En cas de rupture de l'alimentation au niveau du panneau schématique, il était possible de faire fonctionner manuellement les soupapes des ballasts et les pompes à partir des chambres des pompes. Chacune des soupapes de ballast pouvait être ouverte ou fermée en tournant un vérin à vis monté sur la soupape. Dans chaque chambre des pompes on disposait de commutateurs permettant d'en contrôler le fonctionnement. Il aurait fallu qu'une opération de ballastage manuelle utilisant cette méthode soit coordonnée à partir de la salle de contrôle des ballasts étant donné que les jauges King qui s'y trouvaient constituaient le seul moyen disponible pour déterminer les niveaux des réservoirs de ballast. Étant donné que le seul moyen de communication des chambres de pompes était le système de hauts-parleurs, une défectuosité de ce système aurait rendu difficile le ballastage manuel à partir des chambres des pompes.

ODECO aurait dû se rendre compte de l'importance d'une méthode de contrôle manuel des soupapes des ballasts à partir de la salle de contrôle et l'exiger dans ses

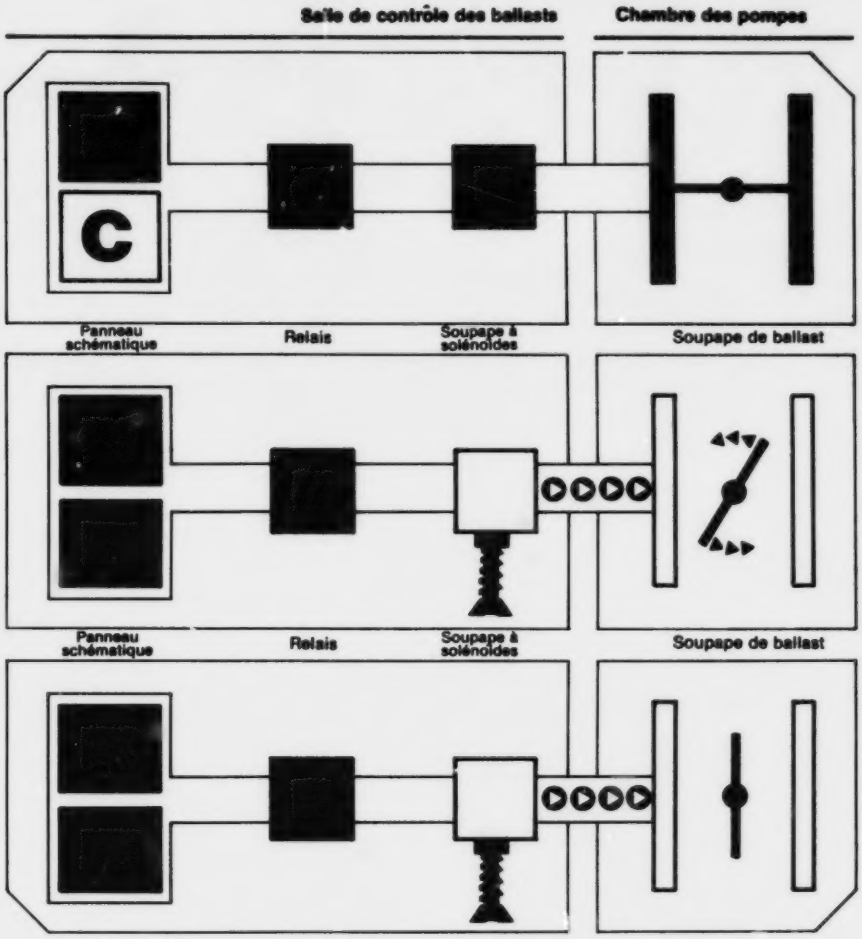


2.7 On peut voir sur cette photographie deux des soupapes à papillon de 18 pouces télécommandées dans la chambre des pompes, reliant chaque réservoir de ballast au collecteur commun. On aperçoit deux autres soupapes à l'arrière-plan; on distingue le collecteur à la partie inférieure gauche. On pouvait faire fonctionner ces soupapes à la main au moyen du vérin à vis sur le dessus de la tige de commande.

SOUPAPE FERMÉE: Le relais et la soupape à solénoïdes sont à la position de repos. Un commutateur sur le dispositif de commande de la soupape de ballast, qui communique avec la lampe témoin par le relais, a allumé la lampe «closed» (fermé).

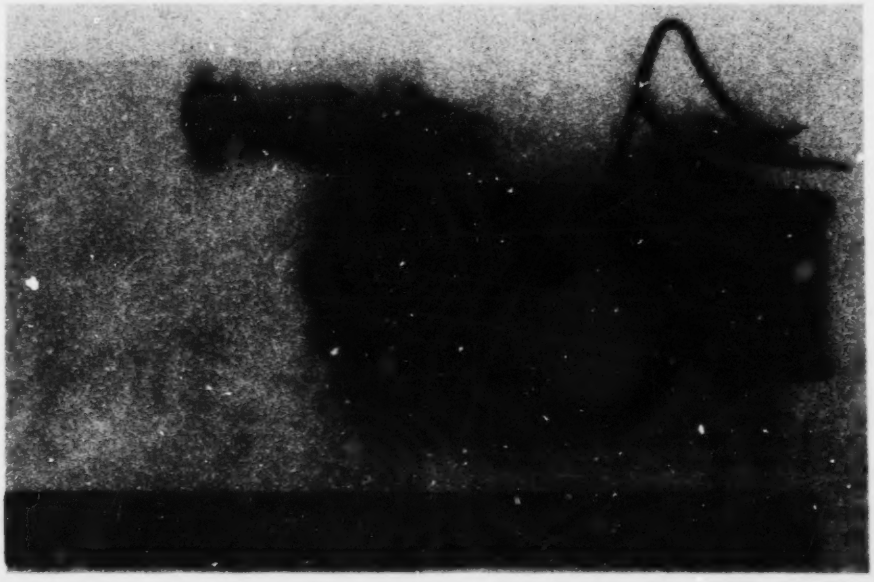
TIGE EN LAITON INSÉRÉE: La soupape à solénoïdes est activée manuellement, ce qui fait ouvrir la soupape de ballast en 20 à 40 secondes. Le mouvement de la soupape libère le commutateur et la lampe «closed» est éteinte.

SOUPAPE OUVERTE: Une fois que la soupape de ballast est ouverte complètement, la lampe «open» (ouvert) reste éteinte parce que le relais est à la position de repos. L'ouverture de la soupape de ballast nécessite aucune alimentation électrique au panneau.



2.8 L'utilisation des tiges en laiton dans la commande des ballasts.

Air comprimé



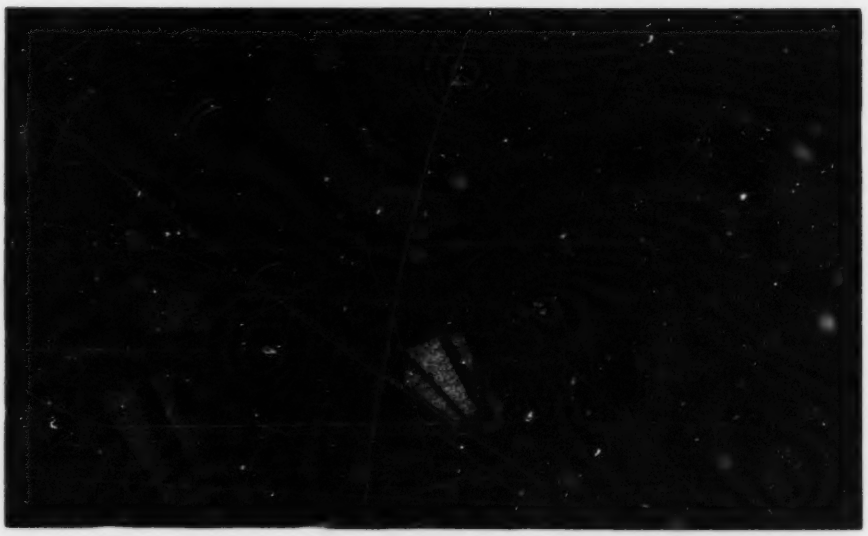
2.9 La soupape à commande par solénoïdes, à droite, est l'une des 64 soupapes récupérées de l'épave. La protubérance sombre sur la partie avant de la soupape est un couvercle anti-poussière en plastique inséré dans une ouverture filetée. Bien que la soupape s'ouvrait normalement sous l'effet du courant électrique par l'intermédiaire des interrupteurs montés sur le panneau schématique, on pouvait également la faire ouvrir à la main en enfonçant le noyau du solénoïde avec un outil qu'on insérait dans ce trou. La tige de laiton, à gauche, est l'une des dix-huit tiges, au moins, qui avaient été placées en réserve à cette fin au cours de la construction dans la salle de contrôle des ballasts.

spécifications. L'électricien de service, qui représentait les propriétaires durant la construction de la plate-forme, savait que ce contrôle était permis par le caractère du fonctionnement des soupapes à solénoïdes. On pouvait faire ouvrir les soupapes à solénoïdes en insérant n'importe quel dispositif de la grosseur d'un crayon. En retirant le dispositif, la soupape se fermait. L'électricien a fait fabriquer par le chantier naval de Mitsubishi des tiges de laiton dont il s'est servi pour vérifier le système pneumatique avant que ne soit installé le tableau de commande électrique. Il a également fait en sorte que ces tiges soient placées dans une boîte derrière l'un des panneaux de la console. Il n'y avait toutefois aucun graphique ni aucune directive concernant l'usage de cette méthode de contrôle manuel des soupapes à partir de la salle de contrôle des ballasts.

SYSTÈMES DE COMMUNICATIONS

Toutes les installations de forage effectuant des travaux d'exploration au large maintiennent le contact avec les bases terrestres, les navires de soutien et les autres installations lorsqu'elles procèdent au forage. L'*Ocean Ranger* était équipée de divers systèmes de communications intérieures et extérieures. Plusieurs systèmes radio distincts permettaient d'émettre et de recevoir des communications extérieures en phonie, par telex, télégraphe et fac-similé (Appendice D-3).

Le local radio, situé au troisième niveau des logements, comprenait le poste HF principal, un poste VHF de marine, un poste VHF à bandes aviation, un système de radiotélégraphie, ainsi qu'un récepteur automatique de veille exploité sur la fréquence internationale de détresse de 2182 kHz. Le local radio était occupé 24 heures sur 24 par deux radioélectriciens à l'emploi d'ODECO. Mobil et ODECO avaient toutes deux installé des appareils de communications supplémentaires afin d'aider leurs employés à diriger les opérations courantes. Mobil avait installé un poste radio HF à bande latérale unique, avec raccordement telex, dans le local radio et un émetteur-récepteur télécommandé dans le bureau de son contremaître de forage. Ce poste était utilisé par le personnel de Mobil pour communiquer avec la base terrestre de St. John's et avec les employés de cette société travaillant sur d'autres plates-formes dans le secteur. Mobil avait également doté le bureau du contremaître de forage de deux systèmes de radiocommunications : un système SPECTOR et un système de communications par satellite maritime (MARISAT). Le système SPECTOR était un système correcteur d'erreurs du trafic telex capable de coder les données aux fins



2.10 Le local radio de l'*Ocean Ranger* contenait l'équipement de communications principal, monté dans cette console. Les deux inclinomètres dans l'angle de la pièce étaient identiques à ceux qui se trouvaient dans la salle de contrôle des ballasts et à plusieurs autres endroits.

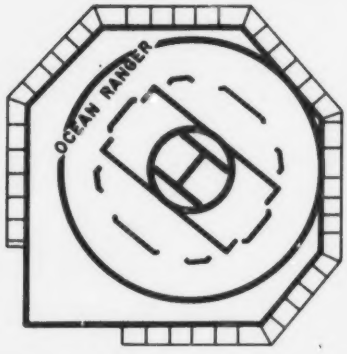
de sécurité. Le système MARISAT fournissait une liaison instantanée par satellite (téléphone, telex et fac-similé) de l'installation de forage aux services téléphoniques et telex du monde entier. ODECO avait installé un poste radio HF à bande latérale unique, identique à celui de Mobil, dans le bureau de son chef de chantier de forage afin qu'il puisse communiquer directement avec le bureau de la société à St. John's.

Différents locaux de l'*Ocean Ranger*, y compris le kiosque du pilote, la salle de contrôle des ballasts, les grues et le bureau du chef de chantier de forage, étaient équipés de postes radio VHF. Les liaisons avec les navires de service se faisaient au moyen de postes VHF de marine. Les employés qui travaillaient sur la plate-forme utilisaient des postes VHF portatifs pour communiquer entre eux et avec les navires de service pendant les opérations de chargement et de déchargement du matériel. Un système mixte de hauts-parleurs et d'interphones servait aux communications sur la plate-forme et à sonner les avertisseurs d'incendie et d'abandon du navire. Un système de microphones électrodynamiques, reliant bon nombre de secteurs cruciaux, venait compléter le système de hauts-parleurs. Curieusement, il n'y avait aucun microphone électrodynamique dans la salle de contrôle des ballasts.

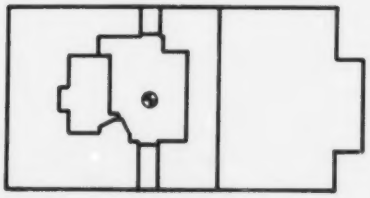
ÉQUIPEMENT DE SAUVETAGE

L'équipement de sauvetage principal comprenait quatre embarcations de sauvetage en fibre de verre, entièrement couvertes, dix radeaux de sauvetage pneumatiques, 127 brassières de sauvetage avec voyants lumineux et rubans rétroréfléchissants, 25 gilets de travail, 15 bouées de sauvetage avec halins et une radiobalise de détresse (Appendice F-6). Lors de l'émission du *Certificate of Inspection* à l'*Ocean Ranger* en 1979, la Garde côtière des États-Unis a demandé à ODECO de voir à ce que l'équipement de sauvetage réponde à ses normes et, à cette fin, de remplacer les embarcations de sauvetage et les bossoirs qui s'y trouvaient par de l'équipement approuvé par elle, ainsi que d'installer des radeaux de sauvetage à lancement par bossoir ou d'autres dispositifs acceptables pour l'équipage complet de la plate-forme. Ces changements devaient être terminés avant la prochaine inspection prévue pour le 27 décembre 1981. Pour se soumettre à la seconde directive, ODECO a choisi d'installer deux embarcations de sauvetage supplémentaires pouvant recevoir 58 personnes, plutôt que des radeaux à lancement par bossoir. Toutefois, au moment de la tragédie, bien qu'une des deux nouvelles embarcations était installée, on ne sait pas si elle était approvisionnée et prête à servir; l'autre était entreposée sur le pont en attendant d'être installée. ODECO n'avait pas remplacé ou changé les embarcations de sauvetage existantes, ni les bossoirs, comme l'exigeait la Garde côtière des États-Unis (Appendice C-5).

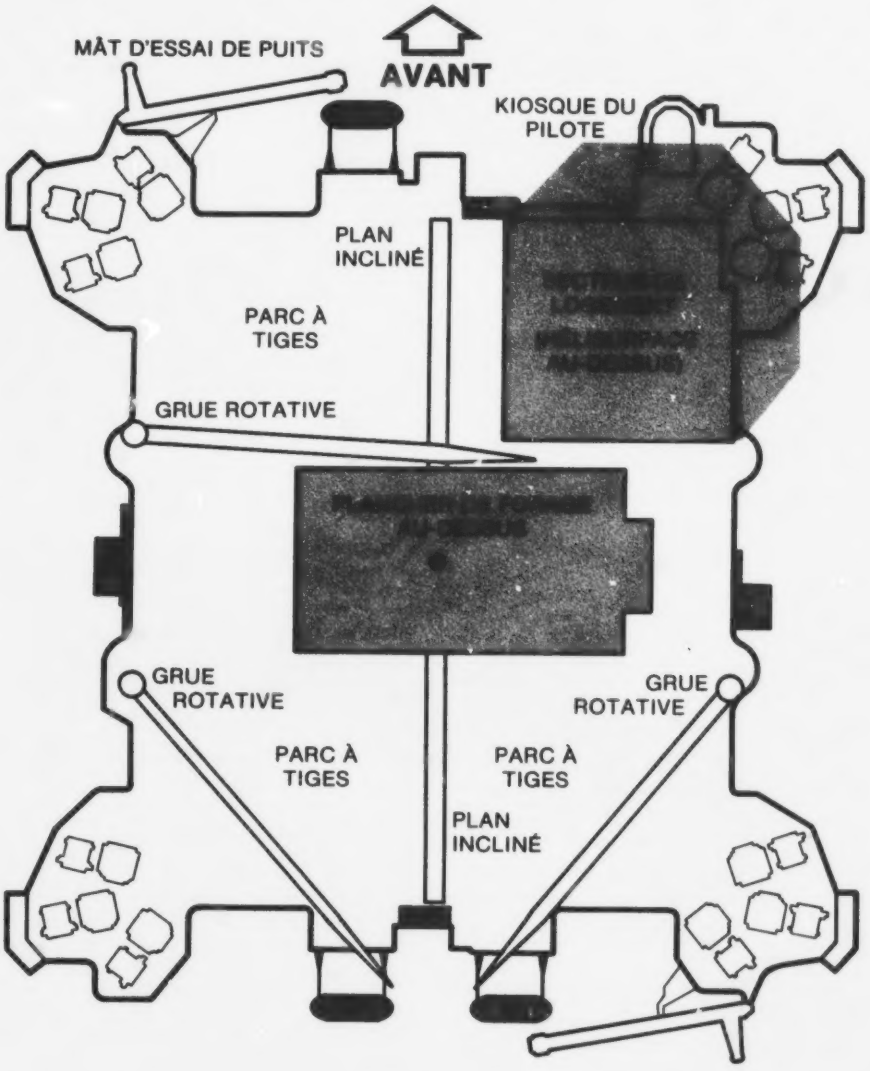
2.11 Arrière de l'*Ocean Ranger* et embarcations de sauvetage Harding (à droite) et Watercraft (à gauche). Un poste de radeaux de sauvetage comprenant trois contenants et un filet de sauvetage se trouve entre les deux embarcations. Les boites blanches à côté de chaque embarcation contiennent les brassières de sauvetage.



HÉLISURFACE



VUE EN PLAN DU PLANCHER DE FORAGE



2.12 Le pont supérieur était la principale surface de travail. Les longueurs de tige et le tubage étaient déchargés des navires de service au moyen des grues, et placés dans des supports situés à l'avant et à l'arrière de la plate-forme. Au fur et à mesure du forage, on transférait ce matériel sur le plancher de forage le long des plans inclinés et on le descendait dans le puits. Les flèches d'essai des puits montées à bâbord avant et à tribord arrière servaient à brûler le gaz et l'huile à la torche au cours des essais. Au moment du naufrage, trois embarcations et dix radeaux de sauvetage se trouvaient à ce niveau; une quatrième embarcation était rangée sur le pont en attendant d'être mise en place. Les embarcations #1 et #2 étaient des Harding d'une capacité de 50 personnes chacune; l'embarcation #4 était une Watercraft pouvant recevoir 58 personnes.

Les embarcations de sauvetage #1 et #2, fabriquées en Norvège par Harding A/S, étaient situées sur le pont supérieur par tribord avant et arrière. Elles avaient chacune une capacité de 50 personnes et étaient à redressement automatique, c'est-à-dire qu'elles se redressent en cas de chavirement, pourvu qu'elles n'aient pas subi de dommages, qu'elles n'aient pas embarqué beaucoup d'eau, et que tous ceux qui y prennent place soient attachés au moyen de ceintures de sécurité. Ces embarcations étaient munies d'un mécanisme de déclenchement qui les empêchait de se détacher avant qu'elles ne soient à l'eau. Les embarcations Harding étaient approuvées par des organismes de réglementation norvégiens. Le fait qu'elles n'étaient pas approuvées par la Garde côtière des États-Unis ne signifie pas qu'elles n'étaient pas fondamentalement sécuritaires ou ne convenaient pas à des mesures d'évacuation, mais plutôt qu'elles n'étaient pas fabriquées selon les procédures exigées par cet organisme. Pour qu'un fabricant soit autorisé, il doit soumettre les plans de construction de l'embarcation pour fins d'approbation, après quoi l'embarcation doit être fabriquée sous la supervision de la Garde côtière des États-Unis.

2.13 Une des brassières de sauvetage Billy Pugh modèle #200 récupérées. Sur la photographie, on ne voit pas l'ampoule activée par l'eau de mer dont chaque brassière est dotée.

Au moment du désastre, on devait mettre en place d'autres embarcations de sauvetage. L'embarcation #3 était arrimée sur le pont supérieur en attendant d'être placée sur ses supports et l'embarcation #4 se trouvait sur la partie arrière bâbord du pont supérieur en attendant d'être inspectée. Ces embarcations de sauvetage en fibre de verre étaient fabriquées par Watercraft America Incorporated de Edgewater, en Floride. Elles étaient approuvées par la Garde côtière des États-Unis et étaient à redressement automatique. Les Watercraft étaient équipées d'un mécanisme de dégagement en charge qui permettait de les détacher en tout temps pendant la séquence du lancement. On ne sait pas si l'équipage avait été mis au courant du fonctionnement de ces embarcations; toutefois, on sait que le rôle d'appel de la plate-forme n'avait pas été modifié pour tenir compte de l'ajout d'une autre embarcation. Un manque de directives convenables peut porter à confusion au cours d'une évacuation, étant donné que les mécanismes de lancement des embarcations Watercraft sont différents de ceux des embarcations Harding.

Les dix radeaux de sauvetage d'une capacité de 20 personnes se trouvaient sur le pont supérieur : quatre à l'arrière, deux à l'avant et deux de chaque côté. Tous avaient été fabriqués aux États-Unis. Ils étaient munis de dispositifs de dégagement manuel et hydrostatique et seules des personnes se trouvant dans l'eau pouvaient y monter. Ces radeaux ont été inspectés par IMP Group Limited (St. John's) en 1981. IMP n'était pas un centre de service approuvé par la Garde côtière des États-Unis pour l'inspection des radeaux; il n'y avait pas non plus de centre officiel dans l'est du Canada. (Le plus proche se trouvait à Boston, dans le Massachusetts.) On a découvert des irrégularités mineures au cours de cette inspection et les radeaux ont été réparés avant d'être retournés à la plate-forme. On n'a aucune preuve que ces radeaux ont été utilisés pendant l'évacuation.

La méthode de lancement des radeaux à partir de la plate-forme consistait à les lancer par-desssus bord et à y monter lorsqu'on était dans l'eau. Pour se rendre aux radeaux, l'équipage devait descendre par des filets d'escalade disponibles à chaque poste. Par mer calme et faibles vents, ce mode d'évacuation peut être pratique, mais pendant les tempêtes, il n'est habituellement pas possible d'utiliser ainsi les radeaux puisque les forts vents poussent les radeaux inoccupés loin de la plate-forme. Les radeaux à lancement par bossoir auraient fourni un meilleur moyen d'évacuation. Ceux-ci, une fois les membres d'équipage à bord, sont lancés de la même manière que des embarcations de sauvetage.

Il y avait à bord de l'*Ocean Ranger* 127 brassières de sauvetage Billy Pugh, modèle #200, apparemment approuvées par la Garde côtière des États-Unis, ainsi que 25 gilets de travail Billy Pugh, modèle WVO-100. Les brassières de sauvetage et les gilets de travail se trouvaient dans différents postes sur le pont supérieur et dans les quartiers de l'équipage. En effet, un nombre inconnu de brassières de sauvetage n'était pas approuvé par la Garde côtière des États-Unis. Ces brassières ont été vendues par le fabricant sans avoir reçu l'approbation finale.

Comme le précisaient les règlements de l'APGTC, il y avait à bord deux types de survêtements protecteurs : des combinaisons isolées pour les membres d'équipage qui travaillaient dans des secteurs exposés de la plate-forme, et un autre type pour le transport par hélicoptère entre la plate-forme et le continent. Ces survêtements protecteurs n'étaient pas conçus pour assurer une protection ni contre l'eau froide, ni contre l'hypothermie. Les règlements n'exigeaient pas de combinaisons d'évacuation en mer (vêtements de survie), bien que l'APGTC avait proposé auparavant que toutes les plates-formes et tous les navires de soutien soient équipés de vêtements de survie. Le 7 juillet 1981, quelque huit mois avant le naufrage de l'*Ocean Ranger*, l'APGTC a envoyé un telex à tous les exploitants en mer, déclarant que la perte de l'*Arctic Explorer* et de 13 de ses membres d'équipage au nord de Terre-Neuve soulignait la nécessité d'avoir à bord des vêtements de survie, et les enjoignait de s'en munir (Appendice C-6). Cependant, en février 1982, peu de progrès avait été fait pour mettre en pratique cette proposition.

3

ORGANISATION DE L'EFFECTIF

CHAPITRE 3 ORGANISATION DE L'EFFECTIF

Mobil Oil of Canada Ltd. (Mobil), l'exploitant pour le compte du consortium du champ Hibernia, coordonnait tous les aspects de son programme de forage d'exploration au large de la côte est du Canada depuis son bureau de St. John's, à Terre-Neuve. Ces activités étaient la responsabilité du directeur des opérations pour la côte est. Pour exécuter son programme de forage, Mobil négociait des contrats avec d'autres entreprises pour la fourniture d'équipements comme la boue de forage, le ciment et le tubage; de services comme le transport maritime et aérien en provenance et en direction du continent; et de travailleurs spécialisés comme les plongeurs, les géologues et les techniciens. Les plus gros contrats ont été passés avec des entrepreneurs de forage pour les plates-formes et leurs équipages. En février 1980, Mobil a passé un contrat avec ODECO Drilling of Canada Ltd., un entrepreneur de forage, pour la plate-forme *Ocean Ranger* et ODECO a établi un bureau et des installations terrestres at St. John's.

PERSONNEL-CLÉ

Toutes les opérations de forage et à bord de la plate-forme, voire la plate-forme elle-même, étaient sous l'autorité du chef de chantier de forage, premier représentant d'ODECO sur la plate-forme. Tout l'équipage, à l'exception des employés de Mobil et du personnel sous contrat avec elle, lui était comptable directement ou indirectement. Le chef de chantier de forage était nommé à ce poste de direction après avoir acquis une longue expérience des opérations de forage. Sa formation, à laquelle venaient s'ajouter de brefs cours spécialisés offerts par l'entreprise, l'industrie ou un organisme spécialisé se faisait en cours d'emploi, sur le tas. Le chef de chantier de forage à bord de l'*Ocean Ranger* la nuit du naufrage était Kent Thompson, un citoyen des États-Unis qui possédait 15 ans d'expérience dans le domaine du forage et avait suivi des cours sur la prévention des éruptions, le contrôle des puits et la gestion d'une plate-forme.

Le chef de chantier de forage travaillait en étroite collaboration avec le contremaître pour le contrôle des opérations de forage; au moins l'un de ces deux hommes était toujours en poste à bord de la plate-forme. Il devait représenter les intérêts de Mobil en surveillant les opérations afin de s'assurer que le programme de forage était exécuté de la façon la plus rapide et la plus économique possible. Ayant le pouvoir de donner des directives au chef de chantier de forage relativement au forage et aux tâches industrielles, il avait une influence considérable à bord. Le contremaître principal de forage de Mobil au moment du naufrage était Jack Jacobsen, un Canadien qui avait 16 ans d'expérience du forage. Il avait été surintendant adjoint à l'emploi de SEDCO pendant sept ans avant de passer à l'emploi de Mobil en 1980 comme

contremaître de forage. Sa formation s'était effectuée en cours d'emploi, et il avait suivi des cours portant sur la prévention des éruptions et les techniques appliquées de forage.

Le subalterne immédiat du chef de chantier dans l'équipe de forage était le maître-sondeur. C'était le surveillant général des opérations sur le plancher de forage et, à partir d'une console installée à cet endroit, il faisait fonctionner les machines de forage et dirigeait les travaux de son équipe qui comprenait un accrocheur, plusieurs ouvriers de plancher et des manœuvres sans spécialité. L'accrocheur avait la responsabilité de la maintenance et de la réparation de l'équipement nécessaire à la circulation du liquide de forage, et les ouvriers de plancher devaient s'occuper de relier entre elles les sections de tige de forage lorsque la tige devait être insérée dans le puits ou en sortie. En plus de participer aux opérations de forage, les manœuvres sans spécialité devaient faire des travaux de maintenance réguliers et aider le grutier et le capitaine pendant le chargement ou lorsqu'il fallait procéder à la maintenance maritime générale.

Le capitaine coordonnait les aspects maritimes des opérations lorsque la plate-forme était ancrée sur l'emplacement de forage. Par ordre de relative importance, le capitaine venait en troisième derrière le chef de chantier et le contremaître de forage. Il ne commandait pas. Il devait superviser et former les opérateurs des ballasts, surveiller le chargement des marchandises sur le pont, surveiller l'entretien maritime général de la plate-forme et de l'équipement marin, et assurer la formation de l'équipage en matière de sécurité maritime. Le capitaine qui se trouvait à bord de la plate-forme le 14 février était Clarence Hauss, un citoyen des États-Unis, qui avait été envoyé sur l'*Ocean Ranger* de façon temporaire le 26 janvier 1982, seulement 19 jours avant le désastre. Il détenait un brevet de capitaine (*Unlimited*, OCEANS) et il avait travaillé pendant 15 ans pour la Bethlehem Steel Corporation comme capitaine et lieutenant. Lorsqu'il est venu à ODECO en 1981, on l'a assigné à l'*Ocean Victory* puis à l'*Ocean Bounty* avant de l'envoyer sur l'*Ocean Ranger*. Pendant les 10 années précédant son entrée chez ODECO, il n'avait pas navigué; il avait plutôt travaillé comme surintendant à l'emploi d'un entrepreneur en chargement et déchargement, comme technicien dans un centre de désintoxication et comme vendeur.

Partie 10.05-4(a) «Le temps d'emploi et l'expérience minimum requis, avant de faire une demande de permis de capitaine d'une unité mobile de forage offshore . . . sont (1) Quatre années d'emploi comme manœuvre sans spécialité, aide, ouvrier sondeur, chef des manœuvres sans pénalité, accrocheur, grutier, personnel de quart de pont ou l'équivalent . . . Jusqu'à deux des . . . quatre années . . . d'emploi doivent avoir été faites en qualité de surveillant . . . et comme tel le postulant doit avoir . . . établi des programmes de livraison par hélicoptères et navires, ainsi que des programmes de communications, . . . dirigé les opérations de l'unité, calculé et maintenu la stabilité, exercé des responsabilités concernant . . . l'entretien de l'équipement de sauvetage et de lutte contre l'incendie, la maintenance de l'unité en conformité avec les règlements pertinents du gouvernement et de la Société . . .»

U.S. Coast Code of Federal Regulations 46 CFR

D'autres hommes d'équipage à l'emploi d'ODECO avaient des fonctions doubles se rapportant à la plate-forme, qu'elle fut en mode maritime ou en mode industriel. C'étaient les opérateurs des ballasts, les électriciens et les mécaniciens, les grutiers, les opérateurs radioélectriciens, le responsable de la sécurité[1] et l'infirmier. Les électriciens et les mécaniciens, de même que les opérateurs des ballasts ont joué un rôle clé dans la suite des événements qui ont mené au naufrage de la plate-forme.

La maintenance des systèmes mécaniques et électriques était effectuée par deux électriciens, un technicien en électronique, deux machinistes et deux mécaniciens. Ils étaient responsables de l'entretien des appareils propulsifs, des génératrices de secours, des systèmes de canalisations et de pompages ainsi que de l'équipement électrique et électronique. Ils partageaient les responsabilités quant à l'entretien du système de contrôle des ballasts, mais il n'y avait pas sur la plate-forme une seule personne qui comprenait le rôle et le fonctionnement du système dans son ensemble. Les électriciens devaient faire la maintenance de tous les circuits électriques, des génératrices principales, des génératrices de secours, et devaient voir à toutes les fonctions électriques des nombreux panneaux de contrôle. Ils devaient vérifier la console de contrôle des ballasts au moins tous les 21 jours afin de s'assurer que toutes les lampes témoins, les interrupteurs des pompes et les soupapes à commande par solénoïdes fonctionnaient convenablement. Le 15 février, l'électricien principal à bord était Thomas Donlon, un citoyen des États-Unis qui avait une vaste expérience

[1]Cette personne est également désignée dans l'industrie sous le titre de représentant des relations industrielles.

3.1 On voit ici l'obturateur anti-éruption et le tube conducteur marin que l'on est en train de descendre jusqu'au fond marin par le puits central de la cave avant-puits. Le bloc d'obturation se trouve sous le niveau du pont et le bloc du tube conducteur marin inférieur et le connecteur de colonne montante sont situés au niveau des deux hommes d'équipage au premier plan.

3.2 Soudeur au travail sur le joint coulissant, principal élément du système compensateur de houle et point où le tube conducteur marin est relié à la plate-forme. Le soudeur porte un gilet de travail et il est attaché par une ceinture de sécurité et une sauvegarde.

comme électricien et qui travaillait à bord de l'*Ocean Ranger* depuis 1977. L'électricien subalterne était Paul Bursey, de Terre-Neuve, qui avait travaillé pendant sept ans comme électricien naval avec Canadien national avant de se faire embaucher par ODECO et d'être envoyé sur l'*Ocean Ranger* en juin 1981. Le technicien en électronique à bord était chargé du fonctionnement du système de hauts-parleurs, des systèmes de détection des gaz et d'alarme-incendie, de même que des appareils de communications. Il devait également aider les électriciens au besoin. Le technicien en électronique était Ted Stapleton, un Terre-Neuvien qui avait acquis 15 ans d'expérience à terre avant d'être embauché par ODECO en 1981.

Les mécaniciens de la plate-forme devaient veiller à l'entretien des systèmes mécaniques, y compris les appareils de propulsion principaux et les commandes des soupapes du système de pompage. Le mécanicien principal à bord de la plate-forme était George Gandy, un citoyen des États-Unis qui avait acquis une vaste expérience dans l'industrie du forage dans le golfe du Mexique, en mer du Nord et au large de la côte ouest-africaine. Il avait commencé à travailler pour ODECO en 1977 et avait été envoyé sur l'*Ocean Ranger* de façon régulière en mars 1980. Il détenait un certificat de matelot de pont délivré par la Garde côtière des États-Unis.

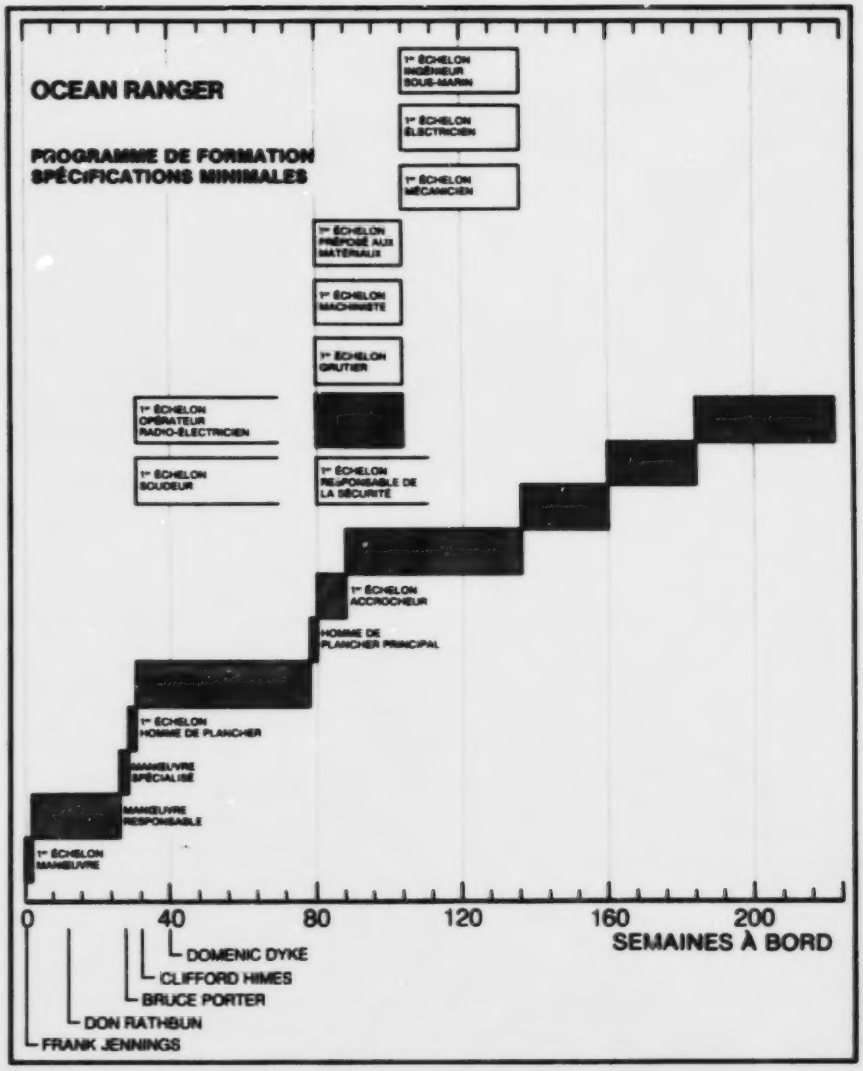
Les opérateurs de contrôle des ballasts devaient s'occuper du fonctionnement du système de contrôle des ballasts. Ils étaient deux à bord de l'*Ocean Ranger*, chacun effectuant un quart de douze heures, de minuit à midi, et de midi à minuit. Ils étaient habituellement, mais pas toujours, remplacés par le capitaine pendant de courtes périodes, lorsqu'ils s'absentaient pour les repas et pour l'inspection régulière de la chambre des pompes ou le pont. Le rôle des opérateurs des ballasts sera examiné sous plusieurs angles dans diverses parties du rapport. Qu'il suffise de voir ici leur fonction principale qui était de maintenir la stabilité, l'assiette et le tirant d'eau de la plate-forme, et d'en modifier l'attitude en ajoutant ou en chassant du lest, conformément aux directives de l'équipe de forage. Ils surveillaient également la tension des 12 amarres.

L'opérateur principal des ballasts le soir du sinistre était Donald Rathbun, un citoyen des États-Unis entré au service d'ODECO en janvier 1980 comme manœuvre sans spécialité et n'ayant aucune expérience antérieure du forage ou en mer. Au mois de mars de cette année-là, il est devenu opérateur des ballasts, ayant acquis sa formation en cours d'emploi et grâce à des études personnelles. Il n'avait reçu aucune formation officielle concernant ses fonctions ou responsabilités dans la chambre de contrôle des ballasts. L'opérateur subalterne de nuit était Dominic Dyke, de Terre-Neuve, qui, avant d'être engagé par ODECO comme manœuvre sans spécialité en décembre 1980, avait travaillé pour Crosbie Offshore Services comme homme de pont à bord d'un navire de service et pour SEDCO comme manœuvre sans spécialité. Il a été promu opérateur des ballasts le 31 décembre 1981. Il avait lui aussi acquis son expérience sur le tas et grâce à des études personnelles. Il avait plusieurs années d'études universitaires, mais n'avait reçu aucune formation officielle relativement aux opérations de contrôle des ballasts. (Appendice D-2 fournit de l'information supplémentaire concernant le personnel-clé.)

PROGRAMME DE FORMATION D'ODECO

La politique et l'usage en matière de formation préconisés par ODECO reflétaient l'approche générale retenue par les entrepreneurs de forage dans l'industrie pétrolière; elle mettait l'accent sur la formation en cours d'emploi, complétée plus tard par des cours internes en fonction de tâches industrielles particulières. Cette politique s'appuyait sur la conviction qu'il était avantageux que les employés sans expérience apprennent leur métier «en commençant au bas de l'échelle». Ainsi, ils pouvaient comprendre de quelle façon la compagnie procédait, et les employés qui promettaient pouvaient être remarqués et recevoir une formation supplémentaire et donc acquérir

3.3 Selon le programme de formation d'ODECO concernant l'équipe industrielle, un membre d'équipage devait avoir 80 semaines d'expérience avant de pouvoir suivre la formation d'opérateur de contrôle des ballasts. Ce programme n'était pas suivi à bord de l'*Ocean Ranger*.



une solide expérience. La compagnie souhaitait que chaque employé ait un niveau minimal de compétence nécessaire pour l'emploi et une plus grande flexibilité pour les transferts à l'intérieur de la compagnie. On embauchait un travailleur inexpérimenté comme manœuvre sans spécialité, c'est-à-dire comme journalier dans l'industrie pétrolière. Grâce à sa formation sur le tas, il pouvait connaître les diverses tâches effectuées sur le plancher de forage et le fonctionnement général de la plate-forme. Le moment venu et l'expérience aidant, il pouvait être promu ouvrier de plancher et finalement accéder à des postes de responsabilité, comme celui de maître-soudeur ou de chef de chantier de forage. Au cours de sa progression, il pouvait, s'il était choisi, suivre de brefs cours portant sur le contrôle des puits, la prévention des éruptions, la gestion et autres domaines pertinents.

Habituellement, ODECO choisissait ses opérateurs des ballasts parmi les membres de l'équipe de forage. Un travailleur qui montrait l'intérêt et le potentiel nécessaires pouvait recevoir la formation pour devenir opérateur des ballasts. Le programme de formation établi d'ODECO permettait qu'un manœuvre sans expérience

soit formé comme opérateur des ballasts après 80 semaines de travail sur la plate-forme. Après un entraînement de 24 semaines, on pouvait le désigner responsable de la salle de contrôle des ballasts. Toutefois, en pratique, ODECO ne suivait pas cette politique. Trois anciens opérateurs des ballasts ont apporté leurs témoignages lors des audiences publiques (Frank Jennings, Cliff Himes, Bruce Porter). Jennings a déclaré qu'il répondait à une annonce parue dans un journal et qu'il a été embauché comme opérateur des ballasts sans posséder aucune expérience du forage ou en mer. Après quelques jours seulement d'adaptation, il a effectué seul un quart normal de 12 heures dans la salle de contrôle des ballasts. Himes avait 28 semaines d'expérience, Porter en avait 32, Rathbun 12, et Dyke 40 avant d'être assignés à la salle de contrôle des ballasts.

Il est évident que dans les faits la formation des opérateurs des ballasts ne correspondait pas au programme de formation établi par ODECO. On avait plutôt l'habitude de retenir les candidats éventuels d'après l'intérêt qu'ils portaient à la formation pour ce poste. Après son quart de travail de 12 heures, on permettait au candidat éventuel de rester dans la salle de contrôle des ballasts. Il n'était habituellement pas prévu qu'il travaille pendant les quarts réguliers comme apprenti à ce poste. Lorsqu'il avait fait la preuve auprès de l'opérateur principal des ballasts et du capitaine qu'il possédait les aptitudes et l'expérience requises pour faire fonctionner le panneau schématique et pour effectuer les calculs quotidiens et les inscrire dans le livret de stabilité, sa nomination comme opérateur permanent des ballasts était recommandée au chef de chantier. Il n'avait pas à suivre de cours, ni à subir d'examens, officiels ou non, pour établir qu'il comprenait le système. Les seules exigences étaient qu'il ait une compréhension élémentaire du fonctionnement du système, qu'il possède l'aptitude mécanique de le faire fonctionner en utilisant le panneau schématique, et qu'il puisse effectuer des calculs simples de stabilité. Le programme de formation ne permettait pas de comprendre les opérations électriques et mécaniques du système de contrôle des ballasts, ni comment procéder au ballastage de la plate-forme par le transfert par gravité. Le programme ne prévoyait pas non plus que le candidat connaisse et comprenne ce qui pourrait faire défaut, ni comment localiser une défaillance et la corriger. La formation des candidats s'appuyait à tort sur l'hypothèse que le système de ballasts était à sécurité automatique.

On a mentionné, au Chapitre 2, qu'il y avait, dans la salle de contrôle des ballasts, dans une boîte placée derrière l'un des panneaux, des tiges de laiton qu'on pouvait utiliser pour faire fonctionner les soupapes des ballasts à partir de la salle de contrôle, sans utiliser le panneau schématique. On n'a pas pu établir de façon précise pourquoi l'existence de ces tiges n'était pas plus connue ni pourquoi on n'avait pas montré au personnel comment les utiliser. Jennings, ancien opérateur des ballasts qui a travaillé pendant environ cinq ans et demi sur l'*Ocean Ranger*, n'en connaissait pas l'existence, encore moins la façon de les utiliser. Himes, qui avait été formé par lui, a déclaré au cours des entrevues préliminaires qui ont suivi immédiatement la tragédie, qu'il n'avait aucune idée du fonctionnement du système de commande manuelle. Porter, devenu opérateur des ballasts deux mois avant le naufrage de la plate-forme, a témoigné que Rathbun lui avait dit qu'on pouvait arriver à faire fonctionner une soupape défectueuse à partir de la salle de contrôle des ballasts en introduisant une tige de commande manuelle dans la soupape à commande par solénoïdes appropriée, située sous le panneau schématique. Porter a présenté un carnet où il avait inscrit des notes pendant sa période de formation, pour confirmer que l'explication de Rathbun disait qu'en introduisant la tige, la soupape défectueuse se fermait. En réalité elle s'ouvrait, et comme 18 de ces tiges de commande manuelle ont été utilisées la nuit du naufrage, cette méprise peut avoir eu de graves conséquences. Si les opérateurs des ballasts avaient compris le système de contrôle, ou si des explications sur la méthode de commande manuelle avaient été incluses dans le *Manuel d'exploitation*, dans un manuel distinct décrivant la console, ou dans un plan donnant les détails des soupa-

«Lorsqu'une soupape se bloque en position ouverte, on peut la fermer à la main à l'aide de la clé à vis placée à l'extrême droite sous la console. Enlever le bouchon de caoutchouc noir de la soupape défectueuse [et] visser dans la soupape.»

Extrait du cahier de notes de Bruce Porter, Pièce # 136

3.4 Opérateurs à l'œuvre dans la salle de contrôle des ballasts. On constate que l'espace est restreint; sur le côté bâbord du panneau schématique devant le hublot #3, on voit une lampe Aldis utilisée pour éclairer les marques de tirant d'eau la nuit. Le combiné du système de hauts-parleurs de la plate-forme est à l'extrême gauche.

pes à solénoïdes, les opérateurs auraient su comment commander les soupapes manuellement à partir de la salle de contrôle des ballasts.

De 1975 à 1978, ODECO a donné un bref cours officiel de trois jours portant sur les principes élémentaires de la stabilité, à l'intention de ses opérateurs des ballasts, ses capitaines et ses ingénieurs de barge. Le but visé était de faire suivre ce cours à tous les préposés au contrôle des ballasts. ODECO ne faisait pas subir d'examen officiel aux participants, car l'exécution du travail était jugée le véritable test de compréhension et de connaissance. Les opérateurs des ballasts à bord au moment du naufrage n'avaient pas pu suivre ce cours parce qu'ODECO ne le donnait plus lorsqu'ils ont été assignés à ce poste.

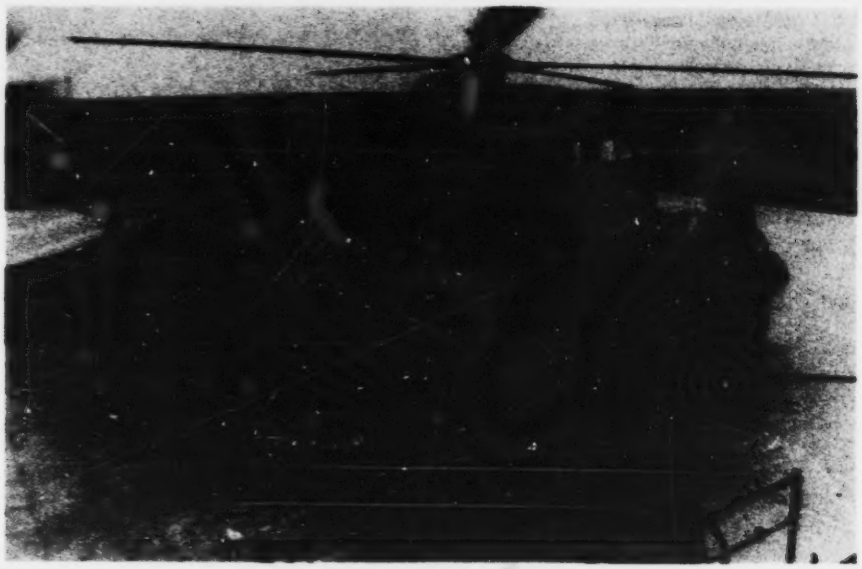
Article 150. (1) «L'exploitant doit s'assurer que tout employé d'un programme de forage a) reçoit les directives et la formation requises concernant toutes les méthodes de travail et les mesures de sécurité qu'il devra appliquer dans l'exercice de ses fonctions . . .»

Règlement concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada
novembre 1980

La Garde côtière des États-Unis, l'APGTC et la Direction générale du pétrole ne précisaient pas dans leurs règlements ou leurs directives la formation minimale requise d'un opérateur des ballasts. Les règlements de l'APGTC indiquaient en termes généraux qu'«ils reçoivent les directives et la formation relatives à toutes les mesures de sécurité et méthodes de fonctionnement qu'[ils] peuvent devoir appliquer». L'APGTC n'avait pas de normes spécifiques à ce sujet, ni de moyens de vérifier la compétence des apprentis-opérateurs ou de leurs instructeurs. En fait, ni l'APGTC ni la Direction générale du pétrole ne semblent avoir accordé beaucoup d'importance à la formation de l'équipage.

POLITIQUE D'EMBAUCHE D'ODECO

En octobre 1980, ODECO a présenté au gouvernement de Terre-Neuve son projet d'embauche et de formation pour l'*Ocean Ranger*. ODECO prévoyait l'engagement de 20 travailleurs locaux comme ouvriers de plancher de premier échelon, opérateurs radioélectriciens et soudeurs sur une période de 34 semaines, puis de remplacer 50 % de l'équipe restante par des travailleurs locaux, remplissant de cette façon près de 60 % du complément total de l'équipe. Après 104 semaines, ce pourcentage serait porté à 74 % de travailleurs locaux occupant des postes de premier échelon d'accro-



3.5 Sikorsky S-61 sur l'hélisurface de l'*Ocean Ranger* pendant un changement d'équipe. Ce type d'hélicoptère servait au transport de personnel et de matériel léger de St. John's au champ Hibernia. Pendant ces vols, tous les passagers portaient des combinaisons d'immersion et des brassières de sauvetage gonflables.

cheur, d'opérateur de ballasts, de grutier, de machiniste, de préposé aux matériaux, et de représentant des relations industrielles (responsable de la sécurité). En moins de 182 semaines, ODECO prévoyait que 92 % de l'équipe de travail serait formée de travailleurs locaux en y ajoutant des électriciens, des mécaniciens, des ingénieurs sous-marins et des maîtres-sondeurs. Les travailleurs locaux qui auraient acquis l'expérience et les qualifications dépassant celles du niveau de manœuvre sans spécialité seraient évalués en fonction de leur valeur individuelle.

Cette politique reflétait la ligne de conduite de l'industrie relativement à la formation de nouveaux employés n'ayant pas d'expérience du forage en mer. La méthode consistant à faire profiter les nouveaux employés des connaissances des plus expérimentés était courante et l'embauchage local comportait des avantages tant pour le pays hôte que pour l'entrepreneur. Étant donné que le rendement et la garantie des activités de l'entrepreneur de forage dépendaient de l'équipage travaillant comme une unité, on jugeait peu réaliste que l'entrepreneur remplace trop rapidement un trop grand nombre de travailleurs, ce qui pouvait accroître les risques d'accidents et, par l'inefficacité des opérations, entraîner tant pour l'entrepreneur que pour l'exploitant des coûts imputables à la perte de temps de forage.

Les politiques d'embauchage local au Canada s'appliquant à l'industrie du forage pétrolier en mer étaient compliquées, au moment du naufrage, par l'existence d'un double système de réglementation. Le gouvernement fédéral et le gouvernement provincial avaient tous deux des politiques qui s'appliquaient à l'industrie offshore. La différence majeure entre les deux portait sur la question du taux de recrutement progressif des travailleurs locaux. La politique du gouvernement fédéral quant à la préférence locale était formulée par le ministère de l'Emploi et de l'Immigration et communiquée à l'industrie offshore par l'APGTC. Fondamentalement, la politique ne contingentait pas de façon précise les travailleurs locaux, mais comptait sur l'industrie de réduire, dans un délai raisonnable, la proportion des travailleurs étrangers. L'APGTC reconnaissait que l'embauche trop rapide de travailleurs sans expérience pouvait compromettre la sécurité des opérations et celle du personnel, et réduire l'efficacité du programme de forage.

La politique provinciale en cette matière ne semblait pas accepter cette pratique ni son principe. *The Newfoundland and Labrador Petroleum Regulations* (1977) et les principes directeurs s'y rapportant publiés le 30 novembre 1978, précisaient les postes que pouvaient occuper immédiatement les travailleurs locaux, et

les postes que les ouvriers étrangers devaient leur céder graduellement. L'effet cumulatif du règlement et des principes directeurs de la province quant à la préférence à accorder à l'embauche locale exigeait de la part d'un entrepreneur de forage de remplacer 44 % de l'équipe dès l'arrivée sur place de la plate-forme et un autre 21 % de l'équipe moins d'un mois plus tard. Après trente jours d'opérations, l'installation de forage devait avoir remplacé 65 % de son équipage par des Terre-Neuviens.

La correspondance entre ODECO et le gouvernement de Terre-Neuve révèle que le gouvernement provincial n'était pas satisfait de ce que faisait ODECO du règlement sur la préférence à accorder à l'embauche locale. ODECO soutenait qu'elle embaucherait du personnel qualifié local pour combler tous les postes à bord de la plate-forme, mais que les travailleurs sans expérience et non qualifiés devraient être formés avant de pouvoir occuper des postes plus élevés. Ainsi, le désaccord portait non pas sur le principe de l'embauche préférentielle de travailleurs locaux, mais sur le rythme auquel il se réalisait.

La réaction du Ministre du Travail et de la Main-d'œuvre de la province a été d'informer Mobil qu'ODECO contrevenait aux règlements de Terre-Neuve, et de demander à Mobil de régler la question.[2] Steve Romansky, directeur de Mobil pour la côte est, a témoigné que Mobil n'a exercé aucune pression sur ODECO pour qu'elle embauche du personnel non qualifié. Il a exprimé l'inquiétude de sa compagnie face aux différentes définitions que donnaient la province et l'industrie d'un travailleur qualifié. L'industrie estimait qu'un travailleur offshore devenait entièrement qualifié après beaucoup de travail «sur le tas», tandis que la province jugeait que l'expérience préalable en mer n'était pas essentielle pour accéder à la plupart des postes à bord de la plate-forme.

La controverse au sujet de la préférence à accorder à la main-d'œuvre locale doit être perçue dans le contexte du taux de chômage élevé dans la province et des pressions politiques exercées afin de porter au maximum la participation locale aux opérations de mise en valeur des ressources au large des côtes. Néanmoins, les fonctionnaires provinciaux peuvent avoir fait preuve de trop de zèle dans l'exécution de leurs devoirs. Pour appliquer une politique donnant préférence à la main-d'œuvre locale, il faudrait, en consultation avec l'industrie, établir un système adéquat permettant d'évaluer les aptitudes de ceux dont les noms figurent au registre des emplois offshore (Offshore Employment Register). Le rythme d'embauchage graduel de résidents locaux devrait être contrôlé afin de s'assurer que les normes de sécurité admissibles ne soient pas réduites. Il n'y a cependant aucune preuve que l'insistance sur l'embauchage de Terre-Neuviens ait causé ou contribué de quelque façon à la perte de la plate-forme et de son équipage.

Pages 12/13: «. . . les plates-formes de forage exploitées au large de nos côtes . . . ne doivent pas . . . employer de travailleurs non résidents, à l'un quelconque des postes suivants . . . (1) manœuvre sans spécialité, (2) ouvrier d'entretien, (3) sondeur, (4) cuisinier, (5) infirmier, (6) travailleur de cafétéria, (7) steward, (8) opérateur radio et 50% des ouvriers sondeurs . . . En outre, les non-résidents doivent normalement être graduellement remplacés aux postes suivants au cours du mois suivant la date d'arrivée de la plate-forme dans nos eaux: (1) ouvriers sondeurs (autre 50%), (2) personnel de quart, (3) surveillants d'entretien, (4) mécaniciens . . .»

Lignes directrices et procédures en vertu de certains articles des Newfoundland and Labrador Petroleum Regulations, 30 novembre 1978

STRUCTURE HIÉRARCHIQUE

Comme on l'a mentionné dans l'introduction, le forage d'exploration en mer était jugé essentiellement une opération industrielle en milieu marin. L'organisation hiérarchique et la détermination des responsabilités à bord de l'*Ocean Ranger* étaient très semblables à celles retenues dans le cas des opérations traditionnelles de forage sur terre. La structure de l'équipe de travail se reflétait dans la prédominance accordée au rendement en mode industriel; les opérations maritimes qui consistaient à assurer la stabilité et la sécurité de la plate-forme étaient reléguées au second plan, comparables au rôle de tout autre groupe de soutien. Ce manque d'attention accordée à l'importance de pratiques maritimes adéquates était manifeste dans la structure hiérarchique, dans la fourniture de marins qualifiés et dans les programmes de formation à bord.

[2] En vertu des règlements de la province, l'exploitant détenait des permis pour effectuer des forages d'exploration et devait s'assurer que ses sous-traitants respectaient ces règlements.

Article 109.109(a) «Le capitaine ou le responsable doit – (1) s'assurer que les dispositions du Certificat d'inspection sont respectées; et (2) être au fait des dispositions contenues dans le manuel d'exploitation . . .»

U.S. Coast Guard Code of Federal Regulations 46 CFR

En vertu des règlements de la Garde côtière des États-Unis, le propriétaire d'une unité mobile de forage en mer (Mobile Offshore Drilling Unit ou MODU) est tenu de «désigner une personne au poste de capitaine ou responsable de l'installation» et le capitaine ou le responsable est tenu de s'assurer que «les stipulations du certificat d'inspection sont respectées» et qu'il «connaît parfaitement les stipulations établies dans le manuel d'exploitation». La règle de conduite d'ODECO était de désigner le chef de chantier de forage «responsable» de l'installation lorsqu'elle était ancrée sur le lieu de forage. Lorsque la plate-forme relevait ses ancres et qu'elle se déplaçait par ses propres moyens ou en remorque vers un autre lieu de forage du même champ, c'est le capitaine qui devenait le «responsable». Toutefois, si la plate-forme se déplaçait par ses propres moyens d'un état côtier vers un autre, un capitaine ayant de l'expérience du «transit» était envoyé à bord pour en prendre le commandement.

Il est clair que d'après le *Manuel d'exploitation* et les preuves apportées, Kent Thompson était le responsable de l'*Ocean Ranger* et le capitaine Hauss était son subordonné. Thompson n'avait cependant pas de formation maritime même s'il devait, en cas d'évacuation, prendre charge d'une des embarcations de sauvetage. Son expérience de la mer, et des plates-formes en tant que structures navales, se limitait à celle qu'il avait acquise comme membre d'une équipe de forage à bord d'une installation semi-submersible. Il n'avait aucune connaissance du système de ballasts ou des principes relatifs à la stabilité. Malgré cela, l'autorité ultime et les responsabilités en matière de sécurité de la plate-forme et de son équipage étaient entre ses mains.

La participation du contremaître de forage de Mobil au contrôle des opérations quotidiennes de la plate-forme embrouillait davantage la question du pouvoir hiérarchique. Selon le contrat passé entre ODECO et Mobil, le contremaître de Mobil pouvait donner des ordres au chef de chantier de forage relativement aux questions touchant la plate-forme et les opérations de forage. Étant donné que le contremaître de forage représentait l'exploitant, son avis avait nécessairement un grand poids, mais ses directives n'étaient pas nécessairement suivies par le chef de chantier de forage, d'où la possibilité de conflit. On peut mentionner comme exemple ce qui s'est produit entre le 15 et le 19 janvier 1982, lorsqu'il y a eu une tempête semblable à celle des 14 et 15 février 1982. A ce moment-là, Mobil était en essai dans une formation géologique et, même si le pilonnement dépassait les limites admissibles, elle avait demandé que le débranchement et le désaccouplement[3] soient retardés. Don Léger, le chef de chantier à ce moment-là, n'a pas tenu compte de la demande du contremaître de forage et a éventuellement complété le procédé.

Le rôle et les responsabilités du capitaine se sont manifestés à la lumière des témoignages des cinq anciens capitaines de l'*Ocean Ranger* devant la Commission royale. Le capitaine se trouvait dans la position difficile d'avoir des responsabilités d'ordre maritime sans détenir le pouvoir de s'assurer que ces responsabilités maritimes étaient exécutées convenablement. Son titre donnait une fausse idée de son poste. Il n'avait aucun équipage marin sous ses ordres directs et exclusifs. Même les opérateurs des ballasts dont il était responsable recevaient régulièrement leurs ordres du maître-sondeur ou du chef de chantier. La mesure dans laquelle on recherchait ses conseils ou on les suivait pour ce qui est des questions d'ordre maritime, était fonction de ses relations personnelles avec le chef de chantier de forage. L'installation n'était qu'une plate-forme de forage et la présence du capitaine à bord de l'*Ocean Ranger* ne permettait que de se conformer aux stipulations du Certificat d'inspection.

[3] L'Appendice B-2 donne la description des opérations de forage effectuées en mer.

«1. Pour la certification de directeur de plate-forme, sont requis :
1.1 Certificat de compétence . . . Capitaine au long cours . . . et au moins une année d'expérience pratique à un poste supérieur à bord d'une installation de forage.
1.2 Autres cours et formation théoriques et pratiques . . . et expérience des opérations maritimes et de la navigation des plates-formes . . .»

Règlement du 11 décembre 1981 concernant les Certificats de compétence du personnel des unités de forage et autres installations mobiles offshore. Section 4.

«1. Le directeur de plate-forme
1.1 détient la plus haute autorité à bord et il est responsable de la stabilité et de la sécurité de l'installation de forage . . .
1.8 il lui incombe de préparer les directives . . . de même que d'assurer la surveillance régulière des opérations importantes suivantes: transferts de ballast, modification de l'assiette, opérations de positionnement dynamique, utilisation des systèmes d'amarrage . . .»

Règlement du 23 mars 1982 concernant l'armement des unités de forage norvégiennes et autres installations mobiles offshore. Section 4.

ODECO a engagé un marin qualifié, le capitaine Hauss, comme capitaine, quoiqu'elle ne lui ait ni donné la formation nécessaire pour s'occuper du contrôle des ballasts, ni montré les complexités de ce système relatives au contrôle de la stabilité, ni donné des renseignements de base sur l'*Ocean Ranger*. Le *Certificate of Inspection* délivré par la Garde côtière des États-Unis à l'*Ocean Ranger* était même moins strict : il exigeait seulement la présence d'un capitaine possédant une licence industrielle lorsque la plate-forme était ancrée sur le lieu de forage. Cette licence n'était pas reconnue en vertu de la loi des États-Unis ou des règlements de la Garde côtière.[4] Elle a été établie expressément pour le personnel travaillant sur des installations semi-submersibles immatriculées aux États-Unis. Bien que l'on puisse dire que cette licence convienne dans le cas d'un capitaine de plate-forme en exploitation dans le golfe du Mexique, elle n'est pas appropriée dans le cas d'un responsable d'une installation semi-submersible exploitée dans le milieu hostile des Grands bancs ou encore n'importe où dans le nord-ouest de l'Atlantique. Il peut arriver qu'on doive déplacer la plate-forme à court délai à cause d'une tempête, du pack ou des icebergs en mouvement ou encore en raison de ces trois facteurs en même temps. Les conditions météorologiques sur les Grands bancs sont telles qu'on ne doit pas tellement compter sur la possibilité d'envoyer par la voie des airs un marin qualifié sur la plate-forme pour en assumer le commandement en de pareils cas.

Par contraste, les autorités régulatrices norvégiennes exigent que le responsable d'une MODU exploitée sur le plateau continental de ce pays ou bien de toute autre plate-forme battant pavillon norvégien exploitée n'importe où dans le monde, soit un capitaine au long cours qualifié ayant reçu une formation, théorique et pratique, en matière de stabilité et de contrôle des ballasts tant des MODU que des navires conventionnels, et qu'il connaisse les techniques de base du forage. Selon ces règlements, les MODU sont des navires qui doivent être exploités conformément aux pratiques maritimes reconnues. Au Royaume-Uni, les MODU d'immatriculation britannique doivent être sous le commandement d'un capitaine au long cours (licence britannique). Celles enregistrées à l'étranger sont soumises aux règlements de l'état d'immatriculation. Toutefois, le Royaume-Uni n'exige pas de formation supplémentaire sur la stabilité et le contrôle des ballasts pour les capitaines de ses installations de forage.

FORMATION MARITIME DE L'ÉQUIPAGE

L'un des aspects de l'organisation de l'effectif d'ODECO montrant l'importance secondaire accordée aux questions d'ordre maritime était l'absence d'une équipe de marins et de formation maritime à bord de l'*Ocean Ranger*. Tous les hommes d'équipage qui étaient des employés d'ODECO et même, jusqu'à un certain point, le capitaine, ont été embauchés pour seconder les opérations premières de la plate-forme, c'est-à-dire les travaux de forage. L'équipage n'avait pas et n'était pas tenu d'avoir de formation en urgences maritimes (Marine Emergency Duties ou MED). Le Certificat d'inspection délivré par la Garde côtière des États-Unis stipulait, en plus d'un capitaine (licence industrielle), qu'une équipe de marins composée de deux matelots brevetés, d'un matelot de 3e classe et d'un nombre suffisant de canotiers brevetés,

[4] La «Licence industrielle» n'a pas de définition ou n'est pas reconnue dans la loi ou les règlements. Elle a été établie par le Marine Inspection Office de la Garde côtière à la Nouvelle-Orléans, en Louisiane, comme licence à l'intention du personnel des champs pétrolifères marins qui travaille à bord d'installations de forage semi-submersibles et qui a réussi l'examen de ce bureau. Le fait de réussir l'examen et d'obtenir la licence n'implique pas d'exigence juridique ou réglementaire pour travailler comme capitaine à bord d'une plate-forme de forage semi-submersible. Toutefois la Garde côtière accepte la licence industrielle des plates-formes de forage semi-submersibles autonomes au lieu de la licence de capitaine (Unlimited) normalement exigée, lorsque ces plates-formes sont en place à des fins de forage. *Marine Casualty Report: Mobile Offshore Drilling Unit* Ocean Ranger, *O.N. 615641, capsizing and sinking in the Atlantic Ocean on 15 February 1982 with multiple loss of lives*: U.S. Coast Guard, 20 mai 1982, p. 30, 1re note en bas de page.

s'occupe des embarcations de sauvetage. Il semble y avoir une certaine confusion au sujet du nombre de canotiers requis à cause de l'augmentation du nombre d'embarcations de sauvetage. Quelle que soit l'interprétation du règlement, que le nombre requis ait été de quatre, six ou huit au moment du naufrage (le Marine Board of Investigation de la Garde côtière des États-Unis l'a interprété comme étant de quatre), l'*Ocean Ranger* était à court d'au moins trois canotiers et de deux matelots brevetés. La politique d'exploitation retenue par ODECO visait à assurer qu'un nombre adéquat de membres de son équipe industrielle détiennent les licences maritimes requises par la Garde côtière des États-Unis. De fait, un seul employé, le mécanicien de la plate-forme, avait un certificat maritime. Le directeur des opérations d'ODECO à St. John's a affirmé qu'il se fiait au capitaine pour s'assurer que les exigences de la Garde côtière des États-Unis en matière de dotation en personnel maritime certifié soient respectées. Il a affirmé que le fort pourcentage de Canadiens à bord a compliqué le problème parce que le certificat maritime canadien n'était pas accepté par la Garde côtière des États-Unis. Toutefois, il n'y a pas eu de témoignage quant au nombre de Canadiens détenant des certificats maritimes. En fait, les règlements canadiens n'exigeaient pas de formation maritime ou de certificats dans le cas des hommes de l'équipage employés à bord de plates-formes de forage en mer. L'explication fournie par le directeur des opérations d'ODECO, qui était responsable de la sélection et de l'embauche de tous les nouveaux employés, n'a pas été convaincante.

4

OPÉRATIONS

CHAPITRE 4 OPÉRATIONS

Ce chapitre contient l'analyse et les observations relatives aux aspects des opérations de la plate-forme qui relèvent du mandat de la Commission royale. Une sorte de prélude au naufrage de l'*Ocean Ranger* a eu lieu à peine huit jours plus tôt, soit le 6 février 1982, lorsque la plate-forme a soudainement donné de la gîte à cause d'une erreur de contrôle des ballasts commise par le capitaine. Les répercussions de cet incident sont importantes et feront l'objet d'observations.

L'*Ocean Ranger* effectuait des opérations de forage 24 heures sur 24, deux équipes complètes de forage se relayant aux douze heures. Les opérations de forage étaient appuyées par des services connexes qui fonctionnaient également en quarts de douze heures. En règle générale, l'équipe complète était remplacée tous les 21 jours. Les bureaux terrestres de Mobil et d'ODECO recevaient de leurs employés un certain nombre de rapports, dont un rapport du matin et un rapport du soir, qui étaient étudiés à St. John's et envoyés ensuite à leurs sièges sociaux respectifs, soit à Calgary et à la Nouvelle-Orléans. Ces rapports portaient principalement sur les travaux de forage effectués au cours des douze dernières heures. Les rapports d'ODECO contenaient d'autres renseignements quant à la stabilité de la plate-forme, à l'équipage et aux conditions météorologiques. En plus des rapports du matin et du soir qui étaient généralement envoyés par telex, le contremaître de forage et le chef de chantier communiquaient régulièrement avec leurs bureaux terrestres respectifs, par radio ou MARISAT, pour discuter de problèmes de forage particuliers avec leurs surveillants.

Pour assurer la coordination des communications, ODECO employait habituellement un opérateur radioélectricien breveté ainsi qu'un second opérateur détenant une licence limitée qui agissait souvent comme infirmier. La majorité des communications avaient lieu durant la période de travail de jour (de 6 h à 18 h) lorsque l'opérateur breveté était en poste. La nuit (de 18 h à 6 h), c'est l'infirmier qui en assumait les responsabilités. Les communications se limitaient habituellement aux appels personnels des employés d'ODECO qui étaient acheminés par les stations radio de la Garde côtière canadienne situées à Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse où était effectué un raccordement au réseau téléphonique vers le destinataire terrestre. Les opérateurs radioélectriciens avaient reçu l'ordre du chef de chantier de contrôler tous les appels afin de s'assurer que les employés ne transmettaient pas de renseignements confidentiels.

Les opérations de forage étaient appuyées par des ressources aériennes et des ressources maritimes fournies par Mobil. Universal Helicopters Limited assurait les services traversiers entre la plate-forme et le continent au moyen de trois hélicoptères Sikorsky S-61 qui étaient à la disposition de Mobil tous les jours de la semaine, 24 heures sur 24. Le soutien maritime était assuré par deux sous-traitants qui fournis-

Article 18. (1) «Un vaisseau de soutien convenable doit être disponible lors des opérations de forage pour permettre l'évacuation du personnel de l'emplacement de forage . . .»

Section 142. «Le responsable d'un vaisseau de soutien mentionné à l'article 18 doit . . . (b) utiliser le véhicule en deçà d'une distance de l'unité de forage approuvée par le Directeur . . .»

Règlement concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada, novembre 1960

saient les navires : Crosbie Offshore Services Limited et Seaforth Maritime Limited. Les navires de soutien ont été largement utilisés pour prêter assistance à la plate-forme durant ses déplacements, pour déployer les ancres une fois sur place, pour réapprovisionner la plate-forme en produits renouvelables et en équipement, de même que pour transporter le personnel lorsque les hélicoptères ne pouvaient être utilisés. Les navires de soutien ont également servi à assurer un service de surveillance[1] de la plate-forme pour lui prêter main-forte au besoin. Le contremaître de forage de Mobil sur la plate-forme était responsable de toutes ces activités.

Les règlements de l'APGTC exigent qu'une plate-forme ait un navire à son service en tout temps principalement pour fournir de l'aide en cas de besoin. Les règlements ne précisaient pas le type de navire, le rôle qu'il avait à jouer ou la distance qui devait le séparer de la plate-forme lorsqu'il était en fonction de surveillance. L'APGTC avait choisi de laisser à Mobil et au propriétaire des navires de service la responsabilité de choisir le type de navire et d'établir une distance convenable de surveillance. Les témoignages indiquent que sur le champ Hibernia, Mobil demandait à ses navires de se tenir à un ou deux milles de la plate-forme, dans les conditions normales, et du côté du vent à trois ou quatre milles au plus par mauvais temps. Toutefois, les contrats passés entre Mobil et les sous-traitants de navires de service ne précisaient pas ces exigences. La Direction générale du pétrole n'avait publié aucun règlement régissant les navires de service.

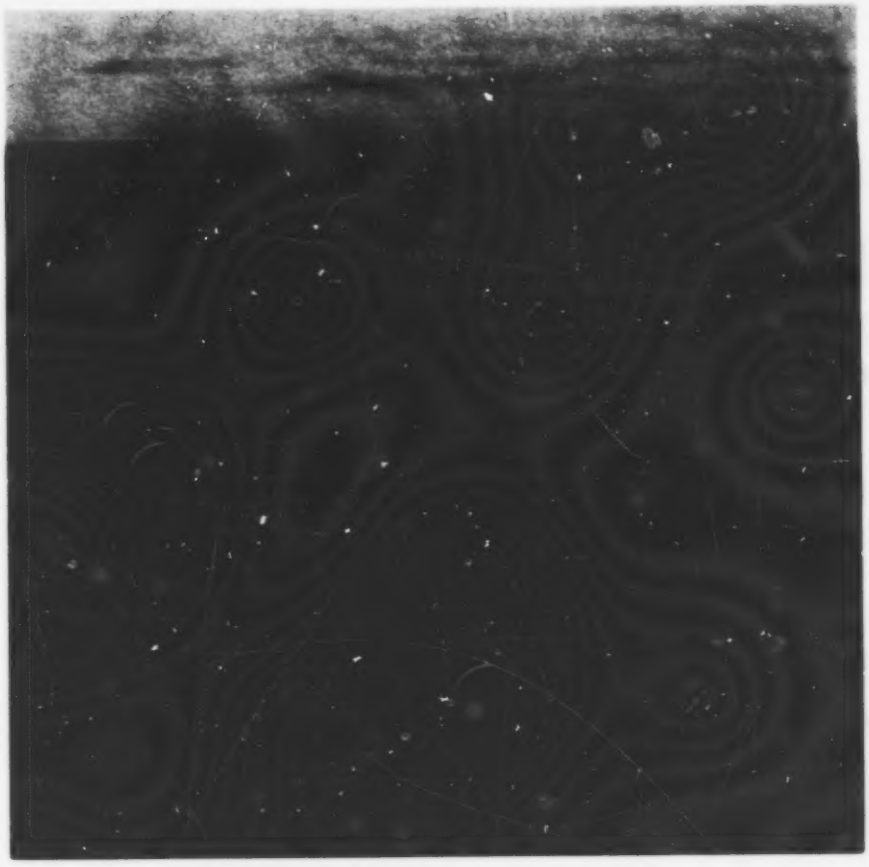
Deux observateurs météorologiques[2] d'expérience se trouvaient à bord en tout temps pour recueillir des données sur l'environnement conformément aux procédures météorologiques normales. Mobil recevait des données météorologiques toutes les six heures et les faisait parvenir au Newfoundland Oceans Research and Development Corporation Limited (NORDCO), un service privé de prévisions météo sous contrat avec elle, à St. John's, de même qu'au centre du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) à Gander. L'objet principal des données était d'aider à la préparation des prévisions météorologiques concernant particulièrement le secteur de chaque plate-forme en exploitation sur les Grands bancs. Les prévisions de NORDCO étaient mises à jour toutes les six heures et communiquées aux plates-formes par la base terrestre de Mobil.

Il y avait confusion sur la plate-forme et à la base terrestre sur le sens à donner à certains paramètres de prévisions. Plus particulièrement, le personnel de Mobil et d ODECO a mal interprété la définition de la vitesse maximale du vent. Michael Hewson de NORDCO a témoigné que leur prévision de la vitesse maximale du vent concernait un vent établi et non un vent de rafale. Aux bureaux de Mobil et d'ODECO, on a cru qu'il s'agissait de rafales de vent. Ce malentendu prend des dimensions importantes vu que les limites d'opération de l'*Ocean Ranger*, spécifiées dans le *Manuel d'exploitation*, affirmaient que l'on devait procéder au déballastage de la plate-forme lorsqu'on prévoyait des vents établis supérieurs à 70 nœuds. Si l'équipage avait interprété correctement les prévisions de NORDCO et suivi les procédures établies dans le *Manuel d'exploitation*, il aurait procédé au déballastage de la plate-forme l'après-midi du 14 février 1982, lorsqu'on prévoyait des vents établis de 90 nœuds.[3] Cette opération aurait eu pour effet d'augmenter la distance entre la

[1] Les exploitants en opération au large de la côte est canadienne attribuent au navire de soutien un double rôle : manœuvre des ancres et approvisionnement; sauvetage et surveillance. Une fois qu'un navire de soutien a déchargé sa cargaison, on lui attribue habituellement un rôle de sauvetage et de surveillance.

[2] Les observateurs météorologiques recevaient leur formation du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) en matière de collecte de données environnementales. Ces données étaient recueillies selon les normes établies dans le *Manuel d'observation météorologique maritime* (MOMM) et les manuels des *Stations privées d'observation météorologique aux aéroports* (SPOMA), fournis aux observateurs par le SEA. (L'Appendice E comporte des informations relatives aux prévisions météorologiques et aux conditions environnementales dans le secteur du champ Hibernia.)

[3] À la hauteur de l'anémomètre (276 pieds au-dessus de la mer) les vents établis étaient de 90 nœuds; la limite des conditions d'exploitation (à 33 pieds environ au-dessus du niveau moyen de la mer) était de 70 nœuds.



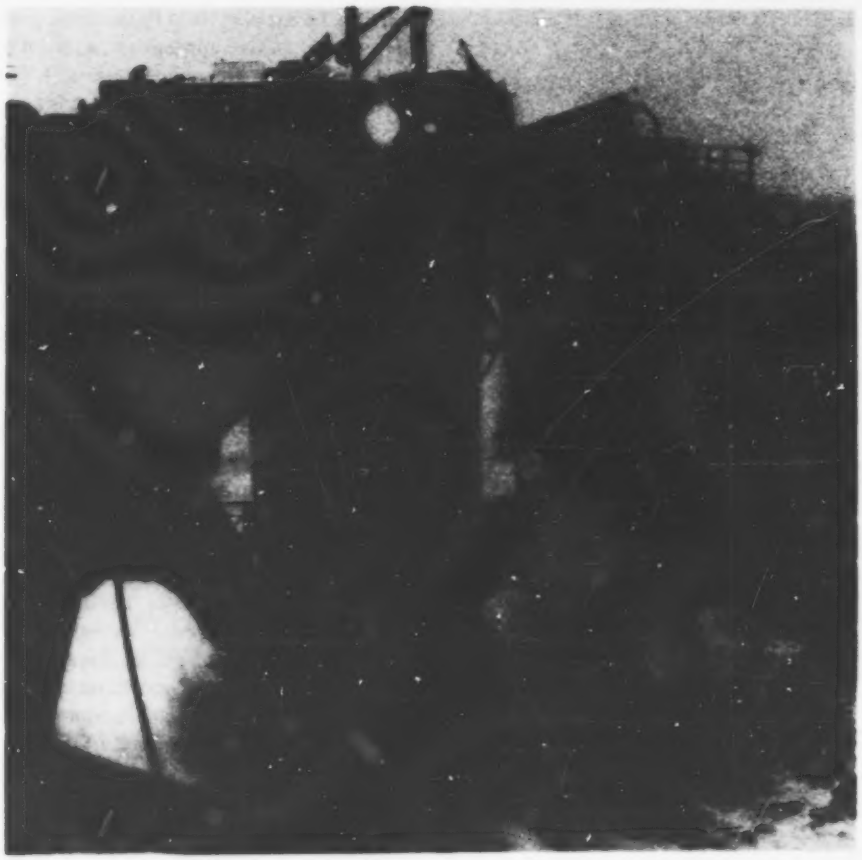
4.1 Sikorsky S-61 sur l'hélisurface de l'*Ocean Ranger*. Le navire de service *Ravensturm* se trouve en surveillance rapprochée, conformément aux directives concernant les opérations héliportées.

coque supérieure et les vagues qui étaient prévues plus tard dans la journée. Ainsi, les hublots de la salle de contrôle des ballasts auraient été moins vulnérables à la force des vagues. NORDCO, Mobil et ODECO se devaient de voir à ce que l'équipage de l'*Ocean Ranger* sache interpréter correctement la terminologie des prévisions météorologiques.

Un infirmier qualifié qui agissait aussi comme opérateur radioélectricien de nuit se trouvait en tout temps à bord de l'*Ocean Ranger*. Le règlement canadien exige que cette personne soit un médecin qualifié, un infirmier diplômé ou un infirmier qui possède un certificat en règle. Les témoignages d'un ancien infirmier et d'un médecin au bureau terrestre d'ODECO ont révélé qu'il y avait sur la plate-forme une infirmerie bien aménagée et que les soins médicaux normaux à bord étaient adéquats. Les statistiques sur les accidents signalés à bord de l'*Ocean Ranger*, du moins au cours des douze derniers mois d'opérations de la plate-forme, n'ont pas révélé un taux anormalement élevé de blessures chez les travailleurs.

L'opérateur des ballasts maintenait la plate-forme à l'assiette et au tirant d'eau nécessaires à l'exécution des opérations de forage. L'opérateur, conformément aux directives reçues du plancher de forage, ajoutait ou enlevait du lest afin de donner à la plate-forme un léger degré de gîte ou d'assiette. Pendant le chargement de produits renouvelables, la configuration des ballasts était modifiée pour compenser l'arrivée des nouvelles marchandises. Cette fonction était d'importance capitale pour la sécurité de l'opération; comme l'a fait remarquer un observateur, «dans l'équipage, seul l'opérateur des ballasts pouvait faire couler une plate-forme».

4.2 Vue du côté tribord de l'*Ocean Ranger* donnant sur l'arrière à partir de la première colonne de tribord. On aperçoit le hublot #2 de la salle de contrôle des ballasts derrière le passavant de la troisième colonne de tribord; on peut voir le poste de chargement du liquide en vrac et de transfert de marchandises sèches au milieu entre les deuxième et troisième colonnes. Un poste de chargement de même type se trouvait au milieu du côté bâbord.



4.3 Poste d'abandon situé à l'avant, à côté de la flèche d'essai de puits, vu de la première colonne de tribord. L'embarcation Harding, d'une capacité de 50 personnes, se trouvait à plus de 70 pieds au-dessus de la surface de l'eau lorsque le tirant de la plate-forme était de 80 pieds. Un deuxième poste d'abandon à l'avant devait se trouver à l'extrême gauche, et l'on avait déjà commencé à y travailler lorsque cette photographie a été prise.

Le *Manuel d'exploitation* indiquait les tâches précises que devaient effectuer les opérateurs des ballasts. La section K-2 stipulait que toutes les soupapes devaient être ouvertes tous les jours, que tous les réservoirs devaient être sondés toutes les semaines et les résultats comparés avec les lectures des jauges King des réservoirs. L'opérateur devait effectuer de fréquents calculs de stabilité afin d'établir si le tirant d'eau et la charge variable en pontée respectaient les limites indiquées, et devait indiquer dans un registre aux deux heures les données relatives aux poids des marchandises, au matériel et au contenu des réservoirs. D'après les témoignages d'anciens opérateurs des ballasts, cette vérification aux deux heures n'était pas faite. Il a été prouvé que les données de poids inscrites dans le registre étaient mises à jour toutes les 24 heures. Les méthodes servant à établir le poids et l'emplacement des marchandises sur le pont étaient imprécises. Les poids des marchandises étaient transmis à l'opérateur des ballasts à partir de mesures effectuées par le grutier et les poids réels étaient rarement comparés avec les déclarations d'expédition des marchandises. Ainsi, l'opérateur des ballasts pouvait souvent, d'après son expérience, évaluer le poids des marchandises et se servir de poids "hérités" pour certains articles en vue du calcul nécessaire au rapport quotidien sur la stabilité (Appendice D-4).

Les résultats des inscriptions de poids hérités se sont reflétés dans les calculs quotidiens de stabilité. En fait, les opérateurs des ballasts accordaient peu d'importance aux calculs mathématiques de la stabilité et préféraient se servir des inclinomètres de la salle de contrôle des ballasts pour vérifier si la plate-forme était ou non de

niveau.[4] Le rapport de stabilité était présenté au capitaine et au chef de chantier de forage pour qu'ils l'approuvent, avant d'être envoyé au bureau terrestre de St. John's et ensuite à la Nouvelle-Orléans. L'étude des rapports réels et les témoignages d'anciens opérateurs montrent que les erreurs de calcul n'étaient pas rares et qu'elles n'étaient pas souvent relevées par les surveillants, que ce soit sur la plate-forme ou sur le continent.

De plus, il a été prouvé qu'à partir de janvier 1982, les données sur les tensions des ancres inscrites dans les rapports étaient inventées. On avait demandé aux opérateurs des ballasts d'indiquer que toutes les tensions des ancres étaient de l'ordre de 235 à 240 KIPS. Cette preuve est appuyée par un rapport de Jacobsen, la nuit du 14 février, à l'effet que toutes les tensions des ancres se situaient aux alentours de 240 KIPS – ce qui est impossible dans des conditions environnementales comme celles qui régnaient cette nuit-là.

MESURES D'URGENCE

Section 79.(1) «Chaque opérateur est tenu de s'assurer que des plans d'urgence soient dressés, et qu'il y ait en disponibilité de l'équipement d'urgence approprié à toute situation d'urgence prévisible dans un programme de forage . . .»

Règlement concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada, novembre 1980.

Les règlements de l'APGTC exigent que chaque exploitant mette au point un plan pour toutes les urgences prévisibles qui peuvent survenir pendant le programme de forage. En août 1980, Mobil a présenté pour fins d'approbation son *Contingency Plan and Emergency Procedures Manual for East Coast Operations*. Conçu comme un guide à l'intention des employés de tous les niveaux pour la mobilisation et coordination du personnel, des communications et des ressources dans les situations d'urgence, le *Plan* précise les lignes directrices et les procédures à suivre en cas de déversements accidentels, de dangers reliés aux icebergs, aux banquises, aux tempêtes, de givre sur les superstructures, d'éruptions, de dégagement des ancres, de perte d'un navire de service ou d'écrasement d'un hélicoptère. Il ne prévoyait pas de procédures d'intervention relatives à l'évacuation de la plate-forme, mais formulait plutôt ceci :

> Mobil n'a pas l'intention de diriger les opérations depuis la côte. Dans la mesure du possible, on demande aux responsables à bord de la plate-forme de faire participer le personnel sur terre à la prise des décisions afin de s'assurer que la meilleure décision soit prise. Dans les cas d'urgence, le contremaître de forage, les chefs de barge et les chefs de chantier de forage se consulteront et formuleront le meilleur plan pour corriger la situation. Ils informeront leurs supérieurs respectifs à la première occasion.

Le *Plan* établissait les limites environnementales de forage et précisait à quel moment on devait débrancher et désaccoupler. Il indiquait comme mesure générale que :

> sur une installation de forage pouvant être utilisée comme navire, le chef de barge est en tout temps responsable de la sécurité du navire dont il a la charge et de celle de son équipage. Dans les cas de danger imminent de sérieux dommages à l'installation de forage de l'entrepreneur ou de la perte de cette installation, son autorité remplace celle de toutes les autres personnes à bord.

Il n'y avait aucun exemplaire du *Plan* à bord de l'*Ocean Ranger* et aucune preuve n'a permis de conclure que le personnel d'ODECO à terre ou sur la plate-forme en connaissait le contenu.

ODECO avait un manuel intitulé *Emergency Procedures*. Sa fonction était de :

> fournir au chef de chantier d'ODECO les lignes directrices sur les mesures à prendre en cas d'urgence majeure. On reconnaît que chaque situation devra être étudiée en fonction des conditions du moment et que les personnes responsables devront faire preuve d'initiative quant aux mesures à prendre.

[4] Les opérateurs des ballasts tenaient principalement compte d'un élément dans le calcul global de la stabilité : la distance métacentrique longitudinale (GMl). On leur avait dit que la GM devait être positive et supérieure à 1,5 pied. Des données imprécises sur le poids pouvaient se traduire par des erreurs dans le calcul de la GM.

«Le contremaître de forage est le représentant de Mobil sur place . . . Dans les cas d'urgence, le contremaître de forage, le chef de barge et les chefs de chantier de forage de la plate-forme doivent se concerter et établir le meilleur plan possible afin de faire face à la situation . . .»

Plan d'intervention d'urgence et Manuel des procédures d'urgence pour les opérations de la côte est (Mobil)

«Le chef de chantier de forage d'ODECO a la responsabilité générale de la sécurité de tout le personnel et de l'unité de forage . . .»

Procédures d'urgence : Ocean Ranger Section 2 (ODECO)

Le manuel indiquait les procédures à suivre durant les exercices de sécurité, lorsqu'un homme tombe à la mer, lors de l'évacuation de la plate-forme, et en cas de dangers environnementaux comme les tempêtes, les banquises et les icebergs. Il traitait aussi d'événements imprévus comme les incendies, les éruptions, le décrochage des ancres, les collisions et les accidents d'hélicoptères. Le manuel expliquait les mesures à suivre lors de fortes tempêtes, en particulier la cessation du forage, le débranchement, désaccouplement et évacuation. Selon le manuel, le chef de chantier demeurait responsable de la décision d'abandonner la plate-forme. L'importance de ce manuel des *Emergency Procedures* est incertaine, puisqu'un chef de chantier supérieur qui a quitté l'*Ocean Ranger* en janvier 1982, a témoigné qu'il n'avait jamais vu ce manuel. ODECO n'avait aucun manuel de mesures d'urgence à l'intention du personnel sur terre.

La comparaison des plans d'urgence de Mobil et d'ODECO révèle plusieurs contradictions de procédures, des différences entre les critères relatifs à la cessation du forage et des désaccords sur la personne responsable à bord. Il est évident qu'il faut qu'il y ait concordance entre le plan d'intervention du propriétaire de la plate-forme et celui de l'exploitant, de même qu'entre l'industrie et les autorités gouvernementales. Les personnes qui ont la responsabilité de les faire respecter doivent en connaître tous les détails.

FORMATION EN MATIÈRE D'URGENCE

La Garde côtière des États-Unis et l'APGTC avaient des règlements particuliers concernant la formation en matière d'urgence; la Direction générale du pétrole n'en avait aucun. Ces règlements ne précisaient pas le contenu de la formation nécessaire, mais traitaient seulement de la fréquence des exercices pour vérifier le système d'urgence. L'APGTC par exemple, exigeait des exercices hebdomadaires d'«abandon de navire», de prévention des éruptions et d'incendie. Toutefois, les inspecteurs de l'APGTC semblent avoir été plus intéressés de savoir si les systèmes d'urgence existants fonctionnaient, que si les systèmes eux-mêmes et la formation de l'équipage étaient adéquats. Les règlements de la Garde côtière des États-Unis exigeaient la vérification régulière des systèmes de sauvetage et de lutte contre l'incendie, de même que l'attribution de fonctions précises aux membres d'équipage durant les exercices. L'intervalle de deux ans entre les inspections était cependant trop long pour permettre de vérifier soit l'efficacité du système soit la suffisance de la formation de l'équipage en matière de sécurité maritime.

Sur l'*Ocean Ranger*, on procédait à des exercices d'urgence le dimanche entre 12 h et 13 h. Ces exercices étaient coordonnés par le chef de chantier, le capitaine et le responsable de la sécurité. Chaque semaine, au moment prévu, on sonnait l'alarme générale et tous les membres d'équipage en congé et les travailleurs non essentiels étaient rassemblés aux postes d'abandon. On demandait à l'équipage de se rendre à ces postes en se conformant aux affectations établies sur les rôles d'appel qui étaient affichés dans toutes les cabines et à d'autres endroits de la plate-forme. D'après ce qui était indiqué sur le rôle d'appel, le capitaine était responsable de l'embarcation # 1 et le chef de chantier de l'embarcation # 2. Certains membres de l'équipe de l'embarcation de sauvetage devaient exécuter des tâches qui leur étaient attribuées à l'avance comme faire démarrer le moteur, vérifier le matériel radio, faire descendre et détacher l'embarcation, et vérifier la liste des passagers. Bien que cela n'était pas précisé, on peut supposer que le responsable de l'embarcation de sauvetage devait s'occuper de toutes les activités de l'embarcation durant les exercices et les urgences réelles, y compris tenir la barre. On a déjà souligné que le chef de chantier n'était pas un canotier breveté et il est difficile de comprendre comment, dans le cas d'une évacuation, une personne ne possédant pas la formation nécessaire pouvait prendre le commandement et manœuvrer une embarcation, particulièrement pendant une forte tempête.

4.4 Le rôle d'appel de l'*Ocean Ranger* n'avait pas été modifié de façon à assigner des membres d'équipage à l'embarcation de sauvetage #4 récemment mise en place.

MUSTER LIST

ABANDON BARGE STATION
CONTINUOUS SIGNAL
General Alarm System & Whistle

Lifeboat No. 1 Fwd.

Cabin No.	Position on Barge	Remarks
304	Barge Master	In Charge
312 A	Driller	Lower Boat
310 A	Asst. Driller	Lower Boat
306	Electronic Tech.	Emergency Radio
308	Chief Rig Mec.	Start Motor
316	Welder	Release Boat Fwd.
307 A	Crane Operator	" " Aft
306	Electrician	Clear Ladder
106 A	Derrickman	Asst. with Motor
304	I.R.R.	First Aid
116 ***	Roustabouts	Asst. as ordered
102	Catering	Asst. clear Quarters
108	Floorman	Asst. as ordered
311 A	C.R.O.	"
316	Material Man	Check Crew
115	Divers	Passengers
107	Service Visitors	" "
110	"	"
112	"	"
V.I.P	VIP Cabin 2nd Deck	"

*** all crew members in this category will be trained in 'Stand-Up' procedures

Lifeboat No. 2 Aft.

Cabin No.	Position on Barge	Remarks
302	Senior Tool Pusher	In Charge
303	Asst. Tool Pusher	Check Crew
312 B	Driller	Lower Boat
310 B	Asst. Driller	"
313	Electrician	Release Boat Fwd.
105 B	Derrickman	" " Aft
313	Rig Mech.	Start Motor
105 A	Motorman	Asst. with Motor
305	Radio Man	Emergency Radio
307 B	Crane Operator	First Aid
105 B	Motorman	Clear Ladder
309	Sub Sea Eng.	Asst. as Ordered
109 ***	Floorman	"
111 ***	"	"
119 ***	Roustabouts	"
120 ***	"	"
300	Drilling Supt.	Passengers
315	Petro. Eng.	"
113	Service - Visitors	"
114	"	"
117	"	"
314	Geologist	"
118	Divers	"
301	Operator	"

*** all crew members in this category will be trained in 'Stand-Up' procedures

EMERGENCY

Note

Do not hesitate to press alarm when Fire is discovered.
Report to Stations as soon as possible when alarm goes on.

CO_2 System

To be used only when ordered by Toolpusher or Barge Master.

Ballast Control Room
Control room Operator

EMERGENCY
Tool Pusher
Barge Master
CONTROL

Radio Station
Radio Operator

Note

When reporting to Abandon Barge Stations, everybody put on Life Preservers and sufficient clothing.

FIRE STATION
INTERMITTENT SIGNAL
General Alarm System & Whistle

Team No. 1 Drillfloor	Job	Remarks
Asst. Toolpusher	Team Leader	
Asst. Driller	Smokediver I	
Derrickman	" II	At Scene of Fire
Roughneck I	Assisting	
" II	"	
Driller	In Charge on Drillfloor	St. By Drillfloor
Roughneck III	Assisting	
" IV	"	
Team No. 2 Cellardeck		
Crane Operator	Team Leader	
Asst. Electrician	Smokediver I	
Welder	" II	At Scene of Fire
Roustabout I	Assisting	
" II	"	
Technical Team		
Chief Rig Mec.	Team Leader	St. By CO_2 Room
Chief Electrician	Stop Ventilation	St. By Switchboard
Motorman	Stat Emer. Fire Pump	St. By Gen. Room
Wiper	Assisting	
Rescue Team		
Sub Sea Eng.	Team Leader	
Asst. Mechanic	In Charge	Stand By
Storekeeper	Mate Boat	Rescue Boat
Roustabout III	Ready	
" IV		
Assisting Team		
Chief Steward	Team Leader	Bring Equipment
Catering Pers.	Clear Quarters	Assist Medical
Medical	First Aid	St. By Hospital
Crew Off Duty	As on Duty	Wait on Order
Operator Pers.		REPORT TO ABANDON BARGE STATIONS
Service Pers.		
Visitors		

Plusieurs anciens membres d'équipage ont fourni des témoignages sur la formation en matières d'urgences qu'ils avaient reçue lorsqu'ils étaient à bord de l'*Ocean Ranger*. La plupart étaient satisfaits du type de formation reçue. Un ancien capitaine, Karl Nehring, a toutefois témoigné qu'il s'inquiétait particulièrement de la formation maritime en matière de sécurité et qu'il trouvait les exercices d'évacuation tellement inadéquats qu'il donnait personnellement des directives sur l'utilisation des embarcations de sauvetage à de petits groupes de membres d'équipage pendant leurs heures de congé. Il a dit qu'il s'inquiétait surtout que le roulement des équipes et les changements irréguliers de quarts de travail avaient souvent comme résultat qu'il n'y avait pas assez d'hommes à bord ayant une formation maritime et il n'était pas sûr que l'on aurait pu procéder convenablement à une évacuation. D'autres capitaines

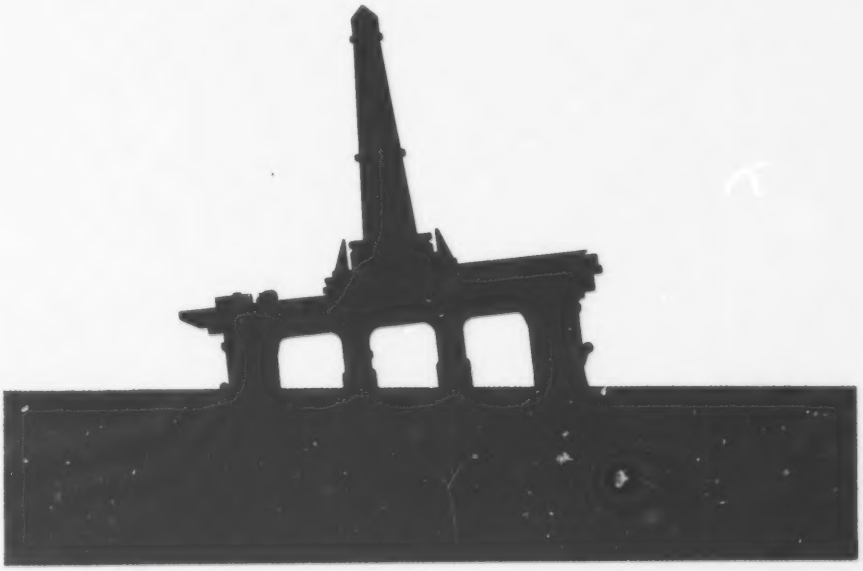
ont également critiqué la formation en matière de sécurité, indiquant que les embarcations de sauvetage étaient rarement mises à l'eau au cours des exercices, même si les règlements de la Garde côtière des États-Unis stipulaient qu'on devait mettre à l'eau, lancer et faire fonctionner les embarcations de sauvetage au moins une fois tous les trois mois.

Le représentant des relations industrielles (le responsable de la sécurité) relevait de la Division de la sécurité d'ODECO à la Nouvelle-Orléans et était comptable auprès du chef de chantier sur la plate-forme. Ses fonctions premières semblaient avoir été la formation en cours d'emploi des manœuvres sans spécialité et la sécurité industrielle. Il collaborait au déroulement des exercices hebdomadaires anti-incendie et à ceux d'évacuation. Il s'occupait particulièrement de la question de la lutte contre l'incendie; il semble qu'il y avait peu, ou pas du tout, de responsabilités en matière de sécurité maritime qui relevaient vraisemblablement du capitaine.

L'INCIDENT DU 6 FÉVRIER 1982

Le 6 février, l'*Ocean Ranger* a soudainement gîté de 6° à bâbord pendant qu'on embarquait une charge liquide à partir d'un navire de soutien. Bruce Porter, l'opérateur des ballasts en service, a indiqué qu'il a commencé à embarquer le combustible et l'eau de forage à 4 h et qu'il s'est fait remplacer par le capitaine Hauss à 6 h, afin de terminer une ronde d'inspection régulière.

Porter a indiqué que Hauss lui a demandé de remettre en marche les soupapes de commande manuelle des réservoirs de combustible dans la chambre des pompes, parce que le chargement s'était arrêté. Porter était en train de terminer cette opération lorsque la plate-forme a donné une gîte suffisamment sérieuse pour que l'on demande à l'équipage de se préparer à se rendre aux postes d'abandon. Rathbun, le responsable de la salle de contrôle des ballasts, a été réveillé pour corriger la gîte à partir de la console de contrôle des ballasts. Rathbun a expliqué plus tard à Porter que le capitaine Hauss avait pompé le contenu du réservoir 14 pendant que la soupape télécommandée de prise d'eau de mer était ouverte. Porter n'a pu expliquer comment il se fait que la soupape de prise d'eau de mer ait été ouverte, puisque la procédure normale consiste à la garder fermée pendant le délestage. L'ouverture de la soupape de prise d'eau de mer a provoqué l'entrée rapide de lest que les pompes ne pouvaient arriver à évacuer.



4.5 L'*Ocean Ranger* ayant une inclinaison de 6 degrés par l'arrière au tirant de 80 pieds, ce qui donne une idée de l'incidence des assiettes même relativement peu prononcées.

Après la correction de la gîte, Thompson, le chef de chantier, en présence de Jim Counts, surintendant terrestre des forages d'ODECO a sévèrement reproché au capitaine Hauss d'avoir provoqué la gîte et lui a dit de voir à ce que cela ne se reproduise plus. Le capitaine Hauss a accepté, selon Porter, de ne plus faire fonctionner le panneau de contrôle des ballasts. Counts a témoigné que lui-même ainsi que Thompson avaient perdu confiance en Hauss, mais qu'ils n'avaient pas pris de mesures pour le remplacer tout de suite, ce qui appuie l'idée qu'il y avait un capitaine à bord seulement pour se conformer aux règlements de la Garde côtière des États-Unis.

Cet incident, qui n'a pas été immédiatement signalé au bureau de Mobil ni aux organismes de réglementation, est intéressant à souligner pour plusieurs raisons. Il montre que, même si le capitaine était considéré comme le responsable de la sécurité de la plate-forme et des opérateurs des ballasts, il n'avait pas reçu la formation nécessaire pour faire fonctionner le système de contrôle des ballasts. D'ailleurs, il affirme que dans la nuit du 14 février le capitaine à bord de l'*Ocean Ranger* n'a pas compris comment fonctionnait le système de contrôle des ballasts et que le chef de chantier en était pleinement conscient.

5

ÉVÉNEMENTS PRÉALABLES À L'ÉVACUATION

CHAPITRE 5 ÉVÉNEMENTS PRÉALABLES À L'ÉVACUATION

En février 1982 Mobil utilisait, outre que l'*Ocean Ranger*, deux unités de forage semi-submersibles dans le cadre de son programme de forage d'exploration préliminaire des Grands bancs, soit la *SEDCO 706* immatriculée aux États-Unis, et la *Zapata Ugland* immatriculée en Norvège. Les trois unités semi-submersibles étaient mouillées à quelque 170 milles[1] à l'est de St. John's; la *Zapata Ugland* et la *SEDCO 706* étaient respectivement à 19 milles et à 8 milles au nord de l'*Ocean Ranger*.

Le vendredi 12 février 1982, le Centre météorologique de l'Atlantique situé à Bedford en Nouvelle-Écosse, avait d'abord identifié une faible perturbation située dans le golfe du Mexique. Elle se déplaçait au large de la côte de la Géorgie et s'amplifiait en progressant vers le nord. À 20 h 30 le samedi, le centre de dépression se trouvait à quelque 210 milles au sud de Halifax. Il s'est intensifié rapidement et s'est déplacé vers la péninsule d'Avalon à la vitesse de 35 nœuds. Le centre a poursuivi sa course vers le nord-est sans creusement important et les vents ont commencé à toucher le secteur du champ Hibernia vers 2 h 30 le dimanche. Ils soufflaient du sud-est à 30 nœuds et, à 12 h 30 le dimanche, ils ont atteint 50 nœuds à mesure que le centre s'est déplacé vers le nord-ouest de l'emplacement de forage (Appendice E-4).

LE SAMEDI 13 FÉVRIER 1982

Le samedi 13 février, les trois installations de forage poursuivaient leurs opérations. La *Zapata Ugland* se préparait à remonter sa colonne de forage pour changer un trépan usé. La *SEDCO 706* tentait de récupérer une pièce d'équipement qu'elle avait perdue dans le puits et l'*Ocean Ranger* forait au puits Hibernia J-34.

Les prévisions météorologiques de NORDCO le samedi annonçaient une détérioration des conditions au tout début de la journée du 14 février dans le secteur de forage en raison d'un centre de dépression profonde qui s'en approchait (Appendice E-2).

Le samedi à 1 h 30, NORDCO prévoyait que les vents atteindraient 60 nœuds et la hauteur des vagues 24 pieds à l'emplacement de forage vers le milieu de l'après-midi du dimanche. Les prévisions de 19 h 30 indiquaient des vents d'une vélocité maximale de 70 nœuds et des vagues pouvant atteindre 22 pieds. Les prévisions synoptiques étaient les suivantes :

> On prévoit qu'un centre de tempête . . . se changeant en centre d'activité orageuse pendant la nuit passera entre St. John's et les zones de forage vers midi dimanche . . . De forts vents du sud-est doivent toucher le secteur de forage vers 14/06Z [2 h 30] ou peu après et se changer en vents de tempête à l'aube

[1] Dans ce chapitre, le terme «mille» correspond à «mille marin».

> . . . La queue du front froid partant du centre de la tempête vers le sud balaiera le secteur tard dans l'après-midi. Des vents forts et des vents de tempête de l'ouest et du nord-ouest, de fortes mers, des rafales et des embruns verglaçants sont prévus dimanche soir.

LE DIMANCHE 14 FÉVRIER 1982

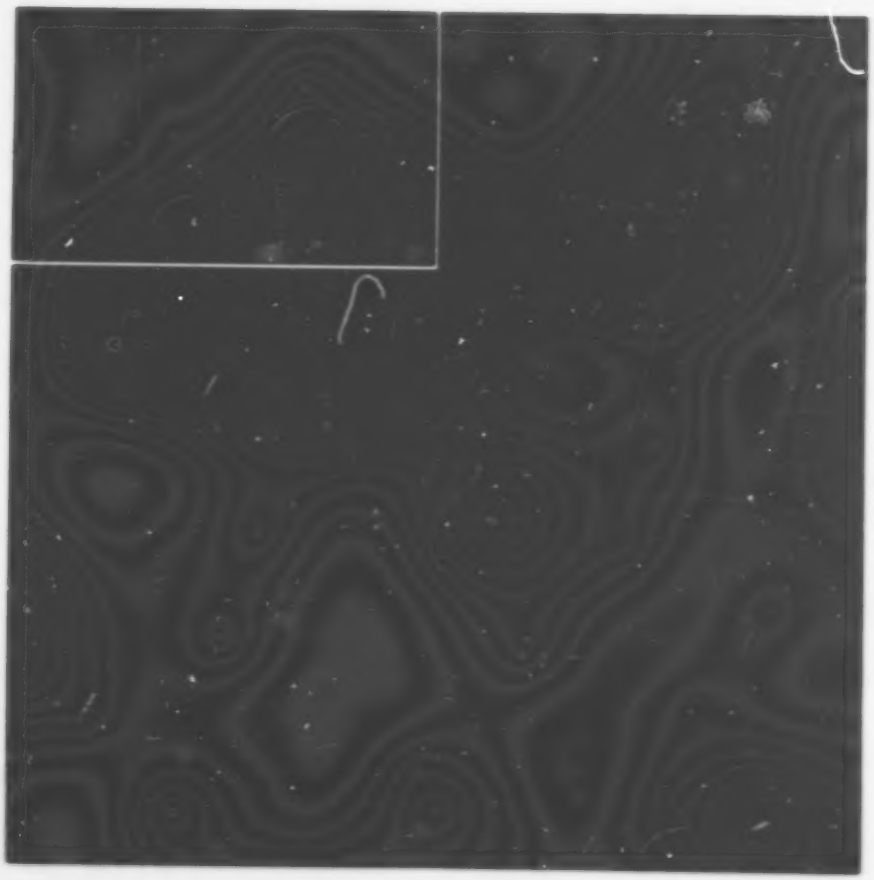
À 7 h 30 le dimanche, NORDCO révisait ses prévisions météorologiques et annonçait des vents d'une vélocité maximale de 90 nœuds et des vagues de 37 pieds à 14 h 30. Les prévisions synoptiques annonçaient ce qui suit :

> La trajectoire anticipée du centre de dépression doit se déplacer encore plus au nord, mais le creusement nettement prononcé du centre de pression entraînera des vents d'une vélocité supérieure et des vagues plus hautes plus tôt que ce qui a été annoncé précédemment.

Ces prévisions, comme toutes celles de NORDCO, ont été transmises à la base terrestre de Mobil qui les a communiquées par telex à chacune des plates-formes et au bureau de tous les entrepreneurs de forage. L'*Ocean Ranger* les a reçues à 8 h le dimanche.

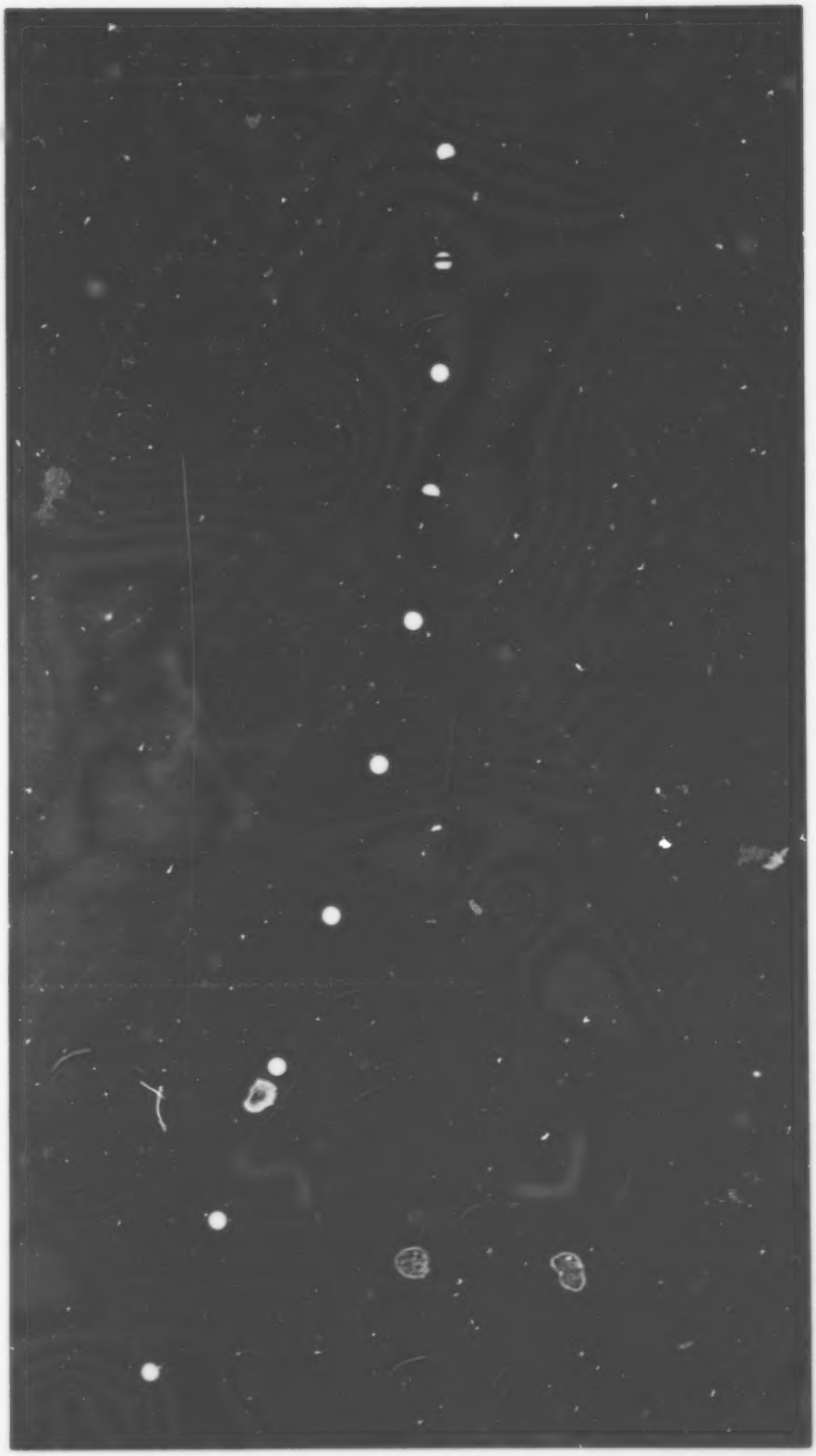
10 h 00 HNT (1330Z)
Les prévisions de 7 h 30 HNT sont révisées au bureau de Mobil à St. John's.

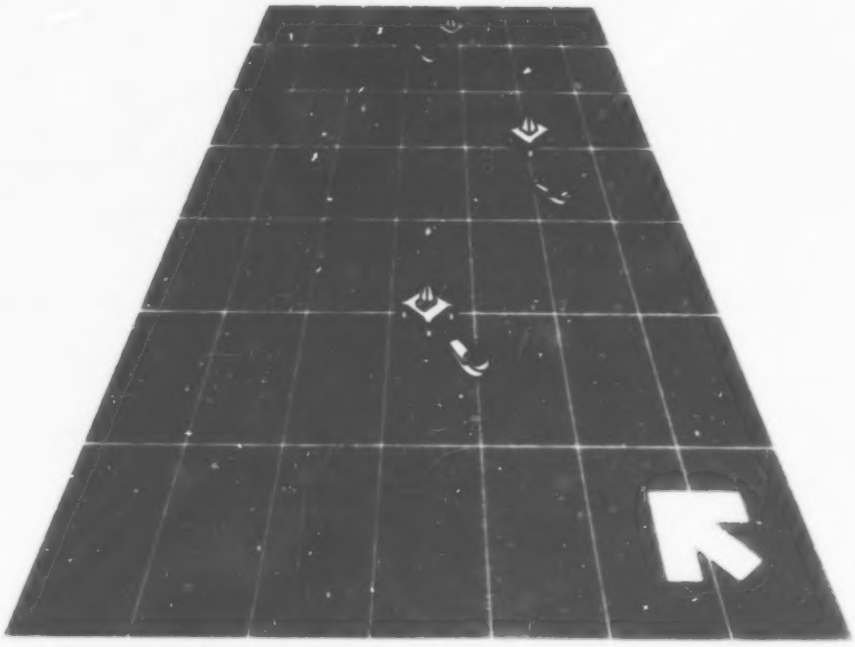
Le dimanche 14 février à 10 h, Merv Graham, surintendant des forages de Mobil à St. John's, et Peter Kapral, contremaître de forage de Mobil basé à terre, ont étudié les prévisions météorologiques de 7 h 30 de NORDCO. Graham et Kapral savaient qu'une violente tempête de courte durée devait traverser le secteur des plates-formes. Ils voulaient s'assurer que ces trois dernières étaient en mesure de cesser



5.1 Position et orientation de l'*Ocean Ranger*, de la SEDCO 706 et de la Zapata *Upland* dans le champ Hibernia le 14 février 1982. Les distances sont indiquées en milles marins. Une liste des noms de participants principaux selon leur position pendant les événements se trouve à la fin du chapitre.

5.2 Trajectoire de la forte tempête d'hiver qui a traversé le champ Hibernia les 14 et 15 février 1982.





5.3 Positions de surveillance approximatives des navires de service des trois plates-formes par rapport à la direction du vent à midi. Le *Nordertor* (en haut) à proximité de la *Zapata Ugland* maintenait une distance de surveillance de 1-4 milles. Le *Boltentor* (au centre) se tenait entre 3-6 milles de la *SEDCO 706*. Le navire de service de l'*Ocean Ranger*, le *Seaforth Highlander*, se trouvait à 1-2 milles. Afin de maintenir sa position par vents de 50 nœuds et dans des vagues de 11 pieds, chaque navire avançait lentement dans le vent, exécutait un virage de 180 degrés et revenait sous le vent. Cette illustration montre les positions et orientations relatives seulement et n'est pas à l'échelle.

leurs opérations et de mettre en oeuvre les procédures prévues dans leurs plans d'urgence pour surmonter la tempête. Selon Graham, c'était pratique courante chez Mobil de faire une récapitulation générale de ces mesures chaque fois qu'une tempête était annoncée.

Jim Counts, surintendant des forages d'ODECO basé à terre, est arrivé à son bureau tôt le dimanche matin afin de vérifier le rapport de l'*Ocean Ranger* transmis à 6 h et de revoir avec Kent Thompson, chef de chantier de forage, les opérations prévues pour la journée.

Counts a communiqué avec Thompson à 7 h, puis de nouveau à 11 h. Thompson a avisé Counts que les opérations de forage se déroulaient normalement. Peu après 11 h, Counts a quitté les bureaux d'ODECO et est revenu chez lui car les conditions météorologiques s'aggravaient à St. John's. Il avait averti Thompson qu'on pourrait le rejoindre chez lui en cas de problème en utilisant le réseau MARISAT. À 13 h 30, NORDCO a diffusé sa mise à jour régulière des prévisions météorologiques annonçant des vents d'une vélocité maximale de 90 nœuds et des vagues de 35 pieds dans le secteur des emplacements de forage à 20 h 30 ce jour-là. NORDCO prévoyait également une mauvaise visibilité et une mer forte pendant toute la nuit; la hauteur maximale des vagues devait atteindre 46 pieds vers 8 h 30 le lundi.

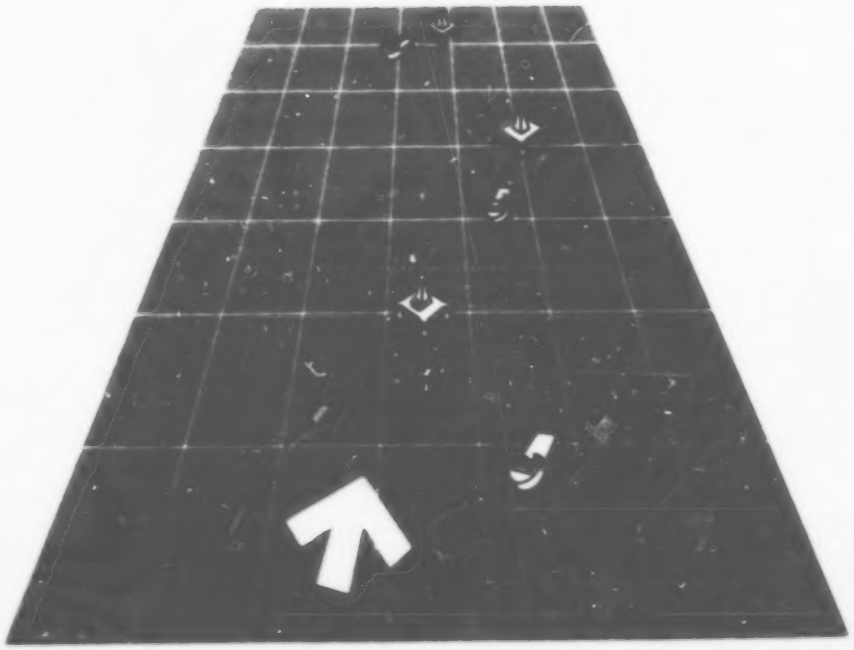
14 h 00 HNT (1736Z)
L'*Ocean Ranger* fore normalement au rythme de 18 pieds à l'heure.

À 14 h, Graham a reçu un appel de l'*Ocean Ranger* chez lui. À 15 h 45, il en a reçu un deuxième provenant de la *Zapata Ugland*. Le premier était de Jack Jacobsen, contremaître de Mobil chargé du forage à bord de l'*Ocean Ranger*, qui informait Graham que l'installation forait au rythme de 18 pieds à l'heure. Le deuxième appel provenait de Ken Lovell, contremaître de forage de Mobil à bord de la *Zapata Ugland*, qui avisait Graham que les tentatives pour libérer la tige de forage avaient échoué et qu'on avait dû cisailler la garniture pour désaccoupler le tube conducteur marin. Cette mesure a été prise en raison de problèmes liés au forage et non pas à cause des conditions météorologiques qui prévalaient à ce moment-là.

Après cet appel de 15 h 45, il y a eu plusieurs communications importantes entre le personnel cadre de Mobil à bord de l'*Ocean Ranger* (Jack Jacobsen et Bob Madden; Madden était également un contremaître de forage de Mobil sur l'*Ocean*

Ranger) et à terre (Merv Graham et Peter Kapral). Graham a témoigné qu'à 16 h, comme il se préparait à quitter sa demeure pour se rendre au bureau de Mobil, il a reçu un appel MARISAT de Jacobsen ou de Madden l'informant que la tempête avait pris rapidement de l'ampleur et avait forcé l'*Ocean Ranger* à cesser ses opérations de forage et à désaccoupler. Il a attesté encore qu'il est arrivé au bureau de Mobil à 16 h 30 et qu'il a revu les rapports des conditions qui régnaient à bord des trois installations de forage. Kapral l'a averti que les trois plates-formes avaient désaccouplé avec succès et que l'*Ocean Ranger* et la *Zapata Ugland* avaient été forcées de cisailler leurs tiges de forage. D'autre part, Kapral a témoigné qu'à 16 h 42, il avait parlé avec Bob Madden. Il a été alors question de savoir s'ils devaient cesser de forer et désaccoupler en raison des conditions qui avaient empiré. Kapral a témoigné encore qu'à 17 h 30, Madden l'a appelé pour lui signaler que le forage avait cessé et qu'on se préparait à désaccoupler. Madden a rapporté également que de forts vents faisaient sortir les boyaux du compensateur de mouvements hors de la tour de forage, et qu'il s'inquiétait du fait qu'ils pouvaient être coupés. Toutefois, en contre-interrogatoire, Kapral a retiré ce témoignage et a repris l'exposé qu'il avait fait devant le U.S. Coast Guard Marine Board of Inquiry. Il avait alors déclaré devant ce comité d'enquête qu'il y avait eu deux appels: à 16 h 30, il a demandé à Madden de cesser de forer; à 16 h 42, Madden a confirmé que le processus de désaccouplement était en cours. Kapral a retransmis alors ce renseignement à Graham qui se trouvait chez lui et vers 17 h, celui-ci est arrivé au bureau de Mobil.

Graham et Keith Senkoe, contremaître de forage de Mobil à bord de la *SEDCO 706*, ont fait une déposition supplémentaire en ce qui concerne l'heure du désaccouplement à bord de l'*Ocean Ranger*. Graham a déclaré qu'à 18 h 47 il a reçu un appel MARISAT de Jacobsen qui l'avisait que l'*Ocean Ranger* avait désaccouplé. Senkoe a témoigné que peu après 19 h, Jacobsen l'a appelé pour lui dire qu'il tentait de désaccoupler et qu'il avait des problèmes avec les boyaux du compensateur de mouvements qui s'étaient emmêlés dans la tour de forage. Rod Fraser, contremaître de forage de Mobil, a entendu la conversation des deux hommes et il a confirmé le témoignage de Senkoe.



5.4 À 18 h le *Nordertor* et le *Boltentor* (en haut et au centre) conservaient approximativement les mêmes distances par rapport à leur plate-forme assignée. Les vents soufflant à 78 nœuds et les vagues atteignant 29 pieds, le *Seaforth Highlander* (en bas) avançait proue dans le vent et se trouvait à presque 6 milles de l'*Ocean Ranger*.

*Un examen des registres des communications téléphoniques entre l'*Ocean Ranger *et le personnel de Mobil à terre a révélé que le témoignage de Graham concernant un appel de Jacobsen ou de Madden à 16 h est erroné. Les factures de MARISAT ne font pas état de cette communication. À 16 h 52, un appel d'une durée d'une minute a été acheminé au domicile de Graham qui n'était probablement pas chez lui. Il devait se trouver soit au bureau de Mobil soit en route vers ce dernier. Après avoir examiné toutes les dépositions, la Commission royale conclut qu'à 16 h 30, l'*Ocean Ranger *avait encore. Le processus du désaccouplement a été mis en oeuvre peu après et il a pris fin à 18 h 47 au moment où Jacobsen a appelé Graham à son domicile pour l'aviser que la houle atteignait 20 pieds et que les embruns marins balayaient le plancher de forage.*

A 18 h 58, Thompson a communiqué avec Counts au moyen du réseau téléphonique MARISAT et l'a informé que l'*Ocean Ranger* avait cisaillé et désaccouplé. L'appel a duré huit minutes. Thompson a fait état de vents de 60 à 65 m/h et de houles de 22 pieds. Vers 19 h, après avoir parlé à Jacobsen à 18 h 47, Graham a téléphoné vers 19 h à Steve Romansky, directeur des opérations de Mobil sur la côte est, et lui a fait un compte rendu à jour de l'état des trois installations de forage.

À 19 h approximativement, une vague énorme qui semblait plus forte que toutes les autres ce soir-là a frappé la *SEDCO 706*. Sous la force de l'impact, un petit hangar soudé au pont dans la section du plancher de forage a été déplacé, plusieurs pièces d'équipement qu'on avait attachées avant la tempête ont été arrachées et une poutre transversale secondaire sous le pont principal a été endommagée. Plusieurs témoins ont estimé la hauteur de cette vague entre 70 et 80 pieds, compte tenu du tirant d'eau de la *SEDCO 706*, de l'endroit où se situaient les dommages sur le pont principal ainsi que du fait que l'eau embarquée inondait l'hélisurface. Lorsque la vague a frappé la *SEDCO 706*, l'ingénieur de barge était en train de délester afin de passer d'un tirant d'eau de 80 pieds à un tirant de 75 pieds. Ce changement de tirant a pris fin à 19 h 25 et la *SEDCO 706* a pu surmonter la tempête sans subir d'autres dommages par les vagues. Vers 19 h, la *Zapata Ugland* a été également frappée par une ou plusieurs vagues qui ont balayé l'hélisurface. Même si la plate-forme a été fortement ébranlée, elle n'a pas subi de dommages importants.

COMMUNICATIONS INTERNES ENTENDUES PAR HASARD

19 h 00 à 22 h 00 HNT (2230 à 0130Z) Des communications radio VHF internes à bord de l'*Ocean Ranger* sont entendues par hasard sur la *SEDCO 706* et le *Boltentor*.

En vue de ce qui se passait sur la plate-forme, on s'étonne à ce qu'il y ait eu si peu de communications entre l'*Ocean Ranger* et la terre de 19 h à 22 h. Même si Jacobsen a contacté Graham à plusieurs occasions, il n'y a pas de preuve de communication entre Thompson, chef de chantier de forage, et Counts, son supérieur à terre. Ce que l'on sait de ce qui s'est passé sur la plate-forme pendant ces trois heures provient d'une série de communications intérieures entre le personnel à bord de l'*Ocean Ranger*, communications qui ont été entendues sur la *SEDCO 706* et son navire de soutien le *Boltentor*. Ces conversations ont été entendues par hasard dans la salle de contrôle de la barge de la *SEDCO 706* par John Ursulak, contremaître de forage de Mobil, Fred Hatcher, homme de quart[2], et Don King, ingénieur de barge[3]. Le capitaine James Davison du navire de soutien *Boltentor* en a également entendu quelques-unes. Les transmissions étaient parfois mauvaises et les autres bâtiments qui se trouvaient dans les parages de l'*Ocean Ranger* n'ont pas pu les capter.

La Commission royale a reçu des témoignages sur le contenu de ces conversations et, dans certains cas, sur l'identité probable des interlocuteurs. Ursulak, qui avait déjà travaillé à bord de l'*Ocean Ranger*, a été capable d'identifier la voix de Thompson et celle de Don Rathbun, responsable de la salle de contrôle des ballasts.

[2]Sur les plates-formes de SEDCO, on emploie le terme «personnel de quart» pour désigner les responsables du contrôle des ballasts.

[3]Au moment du naufrage de l'*Ocean Ranger*, il n'y avait pas de capitaine au long cours à bord de la *SEDCO 706*. À ce moment-là l'ingénieur de barge était responsable de toutes les opérations marines.

Ursulak a déclaré avoir entendu Thompson s'enquérir de l'état de la salle de contrôle des ballasts et Rathbun répondre qu'il était : «. . . en train de travailler sur un panneau mouillé dont il avait enlevé le couvercle et qu'il recevait des chocs électriques. . .» Environ cinq minutes plus tard, Ursulak a entendu Thompson demander qu'on le mette au courant de ce qui se passait et Rathbun répondre : «. . . Tout va bien. On ramasse l'eau et la vitre, on fait le ménage.» Don King et Fred Hatcher ont confirmé qu'on a parlé de «ramasser l'eau et la vitre cassée». Hatcher a également déclaré avoir entendu quelqu'un qu'il n'a pu identifier, dire que «toutes les soupapes de bâbord se sont ouvertes d'elles-mêmes».

Don King a attesté avoir reconnu la voix de Domenic Dyke, opérateur subalterne de la salle de contrôle des ballasts, dans plusieurs des conversations. King a été capable de l'identifier parce qu'ils avaient travaillé ensemble à bord de la *SEDCO 706*. King a déclaré que Dyke avait dit que les systèmes de hauts-parleurs et de détection de gaz ne fonctionnaient pas. Selon King, Dyke a encore dit qu'«on recevait des chocs en touchant d'autres équipements» et qu'«une soupape ou des soupapes s'ouvraient ou se refermaient d'elles-mêmes». King a également entendu une deuxième voix (vraisemblablement celle de l'interlocuteur de Dyke) dire qu'«un technicien en électronique se rendait à la salle de contrôle des ballasts».

Le capitaine Davison a témoigné qu'il a entendu parler de «vitre cassée et d'eau», et que quelqu'un à l'accent du sud des États-Unis a répondu : «. . . faites venir quelques gars pour nettoyer ça. . .». À un autre moment de cette conversation, on a entendu «. . . il y a des câbles à haute tension là-dedans. . .» et «. . . attention que personne ne se blesse ou ne se fasse tuer. . .». Davison se souvient également que «quelqu'un disait qu'il y avait des soupapes qui fonctionnaient, elles se fermaient, elles s'ouvraient . . . il y avait quelque chose qui se passait dans les soupapes, elles se mettaient en marche toutes seules d'une manière ou d'une autre».

Les témoins qui ont entendu ces conversations par hasard ne sont pas d'accord sur le moment où elles ont eu lieu, ce qui n'est pas surprenant vu les circonstances. En effet, ces témoins veillaient à la sécurité de leurs propres vaisseaux et n'auraient pas pu, à ce moment-là, se rendre compte de la gravité de ce qu'ils entendaient sur les ondes.

Ursulak a prétendu que les deux conversations qu'il a entendues ont pu avoir eu lieu au plus tôt à 19 h 30, mais au plus tard à 20 h. De même, Hatcher a déclaré que, d'après ce qu'il se rappelait, ces conversations ont eu lieu entre 19 h 30 et 20 h. King a affirmé que le premier échange s'était fait après 20 h. Il a dit qu'il se trouvait dans la salle de contrôle de la barge pendant que l'on procédait au délestage de la *SEDCO 706*. Le journal de la salle de contrôle indique que le délestage était terminé à 19 h 25. King a alors fait le tour du pont principal pour évaluer les dégâts causés par les vagues, et il est revenu du pont principal 20 à 25 minutes plus tard. Il a alors fait rapport au chef de chantier de forage et au contremaître de forage de Mobil des dommages subis et des mesures prises pour assurer le matériel en pontée. Dans l'hypothèse où King aurait pris 5 à 10 minutes pour faire son rapport et changer de vêtements, il eût été de retour dans la salle de contrôle de la barge au plus tôt entre 19 h 55 et 20 h. Bien que King n'ait pu préciser le moment de cette conversation, il a déclaré qu'il était raisonnable de croire qu'elle avait eu lieu entre 20 h et 21 h.

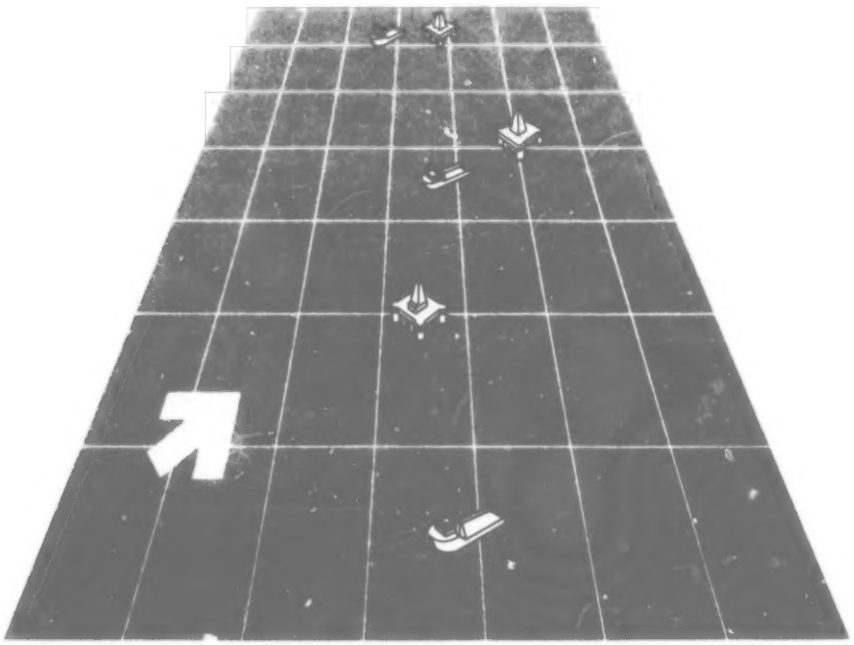
Le capitaine du *Boltentor*, James Davison, a déclaré que pendant son quart de 20 h à minuit, il avait entendu des appels VHF provenant d'une plate-forme qu'il n'avait pu identifier à ce moment-là. Il a témoigné que vers le milieu de son quart, à 22 h, il avait entendu plusieurs transmissions VHF dont le contexte était essentiellement le même que celui des conversations entendues sur la *SEDCO 706*. Étant donné que les témoins ne peuvent pas être plus précis quant à l'heure de ces transmissions VHF, il est raisonnable de conclure qu'elles ont débuté après 20 h et qu'elles se sont poursuivies à intervalles jusqu'à 21 h 30.

20 h 44 HNT (0014Z)
On rapporte que tout l'équipement fonctionne normalement à bord de l'*Ocean Ranger*.

À 20 h 44, il y a eu une conversation de 14 minutes, par le biais du système MARISAT, entre Jacobsen et Graham. Jacobsen a rapporté des vagues de 50 pieds et des vents de 90 à 100 nœuds. Selon Graham, Jacobsen l'a avisé qu'un hublot avait été défoncé dans la salle de contrôle des ballasts mais qu'il ne causait pas de problèmes et que tout l'équipement fonctionnait normalement.

Les témoignages ne concordent pas quant à l'heure du bris du verre du hublot. Les notes manuscrites et dactylographiées de Merv Graham indiquent qu'il a été informé du hublot cassé pendant la conversation qu'il a eue avec Jacobsen à 20 h 44. Cependant, il a témoigné que lui-même et Romansky avaient parlé du hublot peu après 19 h. Il a admis que son témoignage sur ce fait était fondé sur ce que Romansky lui avait rappelé de la conversation et non sur ce dont il se souvenait ou sur ses notes. Romansky n'a pas témoigné sur ce point mais lorsqu'il fut interviewé peu après le désastre, il a été incapable de préciser s'il avait été d'abord question du hublot avec Graham à 19 h ou à 20 h 30. Senkoe et Fraser ont témoigné se souvenir qu'il a été question du hublot cassé pendant une conversation radio entre Jacobsen, Senkoe et Lovell à 19 h. Cependant, aucun témoin n'a pu se rappeler l'heure, et les journaux radio de la 706 *et de la* Zapata Ugland *ne font état d'aucune communication avec l'*Ocean Ranger *à ce moment-là. Lovell s'est souvenu d'une conversation entre trois interlocuteurs à 21 h 06 dans laquelle il a été question du hublot défoncé. Ce fut la première fois où il a pris connaissance de l'incident et il croyait également que Senkoe l'ignorait jusqu'à ce moment-là. D'après les notes de Graham, le témoignage de Lovell, les interviews obtenues peu après le désastre et les communications VHF qui ont débuté autour de 20 h, la Commission conclut que le hublot a été défoncé vers 20 h le 14 février.*

À 21 h, l'*Ocean Ranger* a appelé le *Seaforth Highlander*, navire de soutien assigné à la plate-forme, pour savoir de quelle façon il se tirait de la tempête. Ronald Duncan, le capitaine du *Seaforth Highlander*, a répondu que son navire et l'équipage «se faisaient secouer» mais que «ça allait». L'*Ocean Ranger* a fait savoir qu'il communiquerait plus tard avec le navire. Cette communication VHF a été entendue par des



5.5 À 21 h le *Nordertor* et le *Boltentor* (en haut et au centre) ont maintenu leurs routes d'évitement. Le *Seaforth Highlander* (en bas) avançant dans des vents de 78 nœuds et des vagues de 29 pieds, était rendu à quelque 7 milles de l'*Ocean Ranger*.

témoins autres que ceux qui se trouvaient sur la passerelle du *Seaforth Highlander*. Fred Hatcher de la *SEDCO 706* a attesté que pendant cette transmission, l'*Ocean Ranger* avait demandé au *Seaforth Highlander* à quelle distance il se trouvait, et que le navire de soutien a répondu qu'il était à sept milles de l'*Ocean Ranger*. Il n'y a aucune preuve qu'à ce moment-là, on ait demandé au *Seaforth Highlander* de se rapprocher de l'*Ocean Ranger*.

A 21 h 06, Jacobsen a appelé Lovell, de la *Zapata Ugland*, et Senkoe, de la *SEDCO 706*. Pendant la conversation, Jacobsen a indiqué que Graham lui avait demandé de communiquer avec les deux autres plates-formes pour s'enquérir de quelle façon elles surmontaient la tempête. Jacobsen leur a dit que l'*Ocean Ranger* avait débranché et désaccouplé, expliquant qu'en raison des difficultés causées par les boyaux du compensateur de mouvements, ils avaient décidé de cisailler la garniture de forage plutôt que de débrancher de façon conventionnelle. Jacobsen leur a également fait savoir qu'un hublot de la salle de contrôle des ballasts avait été défoncé, qu'on avait dû tout nettoyer et que l'incident n'avait pas eu d'autres conséquences.

Don King, de la *SEDCO 706*, a témoigné qu'à un moment donné, entre 21 h 30 et 22 h, la dernière transmission VHF qu'il a entendue de la salle de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger* mentionnait que «l'électronicien était là, que tout avait été nettoyé et que les choses semblaient être normales». Pendant cette transmission comme pendant celles dont il avait eu connaissance plus tôt, King a reconnu la voix de Dyke mais non celle de son interlocuteur. Il s'agit de la dernière transmission VHF qui a été entendue provenant de la salle de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger*.

22 h 00 HNT (0130Z)
On rapporte que le système de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger* fonctionne normalement.

A 22 h, Jacobsen a appelé Graham afin de lui faire rapport de l'état des trois installations de forage. Graham a déclaré que Jacobsen lui avait dit que les vagues atteignaient 65 pieds, qu'il n'y avait pas de problèmes avec le système de contrôle des ballasts et que tout l'équipement fonctionnait normalement. Jacobsen et Graham ont convenu que les plates-formes se tiraient de la tempête sans difficulté et Graham a fait savoir qu'il allait appeler chacune des installations au matin.

À 22 h 30, Graham a communiqué avec Romansky pour rendre compte de l'état des trois installations. Il a indiqué qu'un hublot de l'*Ocean Ranger* avait été défoncé mais que cela ne causait pas de problèmes et que tout l'équipement de contrôle des ballasts fonctionnait normalement. À 23 h 30, l'opérateur radioélectricien Rick Flynn de la base Mobil à St. John's a reçu le bulletin du météorologiste de l'*Ocean Ranger*. La conversation s'est limitée à la transmission des observations météorologiques et rien n'indiquait que l'*Ocean Ranger* éprouvait de la difficulté.

LE LUNDI 15 FÉVRIER 1982

La prochaine communication entre l'*Ocean Ranger* et le personnel de Mobil basé à terre était à 1 h le lundi 15 février quand Graham a reçu un appel téléphonique de Jacobsen par le biais du MARISAT. Jacobsen a d'abord tenté de joindre Graham à son domicile par raccordement au réseau téléphonique, mais, à cause des perturbations atmosphériques, il n'a pu le faire. Flynn a communiqué par radio avec l'*Ocean Ranger* pour avertir Jacobsen qu'il ne pouvait faire la jonction. On l'a alors avisé que Jacobsen était en communication avec Graham sur le réseau MARISAT. Pendant cette conversation de cinq minutes Jacobsen a demandé à Graham d'avertir la Garde côtière que l'*Ocean Ranger* «gîtait par l'avant de huit ou dix pieds». Graham a pensé que Jacobsen aurait dû exprimer la gîte en degrés plutôt qu'en pieds mais il ne lui a pas fait remarquer. Jacobsen a déclaré également à Graham qu'«ils tentaient de localiser le problème». Graham lui a demandé combien d'hommes se trouvaient à bord de l'*Ocean Ranger*. Jacobsen a répondu qu'il y en avait 84. Graham a avisé Jacobsen qu'il allait alerter la Garde côtière et les hélicoptères engagés par Mobil, et prendre les mesures nécessaires pour que les navires de soutien des autres installations de

01 h 00 HNT (0330Z)
L'*Ocean Ranger* signale une gîte par l'avant et demande de l'aide.

forage aillent prêter main-forte. C'est à ce moment-là, selon les témoignages, que le personnel de Mobil basé à terre a appris pour la première fois que l'*Ocean Ranger* était aux prises avec de sérieux problèmes.

01 h 05 HNT (0435Z)
L'*Ocean Ranger* accuse une forte gîte et demande au *Seaforth Highlander* de se rapprocher.

L'*Ocean Ranger* a communiqué avec le *Seaforth Highlander* à 01 h 05 et lui a demandé de se rapprocher et de «se tenir prêt à intervenir». Un opérateur de la salle de contrôle de la *SEDCO 706* a eu connaissance de cette communication VHF et il a certifié que le *Seaforth Highlander* avait demandé quel était le problème. L'opérateur radio de l'*Ocean Ranger* a répondu ce qui suit après un bref silence : «Le contremaître de Mobil me demande de vous dire que nous gîtons fortement. . .» Le capitaine du *Seaforth Highlander* a déclaré que l'*Ocean Ranger* avait indiqué que «toutes les mesures correctives (pour reprendre l'assiette) étaient inefficaces». Le *Seaforth Highlander* se trouvait à se moment-là à huit milles au sud de l'*Ocean Ranger*.

À 1 h 6, Graham a téléphoné au Centre de coordination du sauvetage (SAREC) à St. John's et lui a fait part de la situation à bord de l'*Ocean Ranger*. À 1 h 9, un opérateur du réseau MARISAT au Connecticut[4] a reçu un télex de détresse de l'*Ocean Ranger*. L'*Ocean Ranger* a alors été relié au Centre de coordination du sauvetage de la Garde côtière des États-Unis (RCC) à New York et le message suivant a été enregistré :

> ICI L'*OCEAN RANGER* D'ODECO KRTB POSITION 46.43.33N 48.50.13O DONNONS FORTEMENT DE LA GÎTE ENTRE 10-15 DEGRÉS ET SOMMES EN PLEINE TEMPÊTE À L'HEURE ACTUELLE 12 DEGRÉS ET S'ACCENTUANT DEMANDONS ASSISTANCE DQP VENTS MOYENS DE L'OUEST ACTUELLEMENT DE 75 NOEUDS APPROXIMATIVEMENT INSTALLATION SEMI-SUBMERSIBLE GÎTE FORTEMENT DE 12-15 DEGRÉS À BÂBORD. TOUS LES NAVIRES DE SOUTIENS DISPONIBLES ET LES DEUX INSTALLATIONS SEMI-SUBMERSIBLES QUI SE TROUVENT DANS LES ENVIRONS FERONT LEUR MIEUX POUR NOUS AIDER.

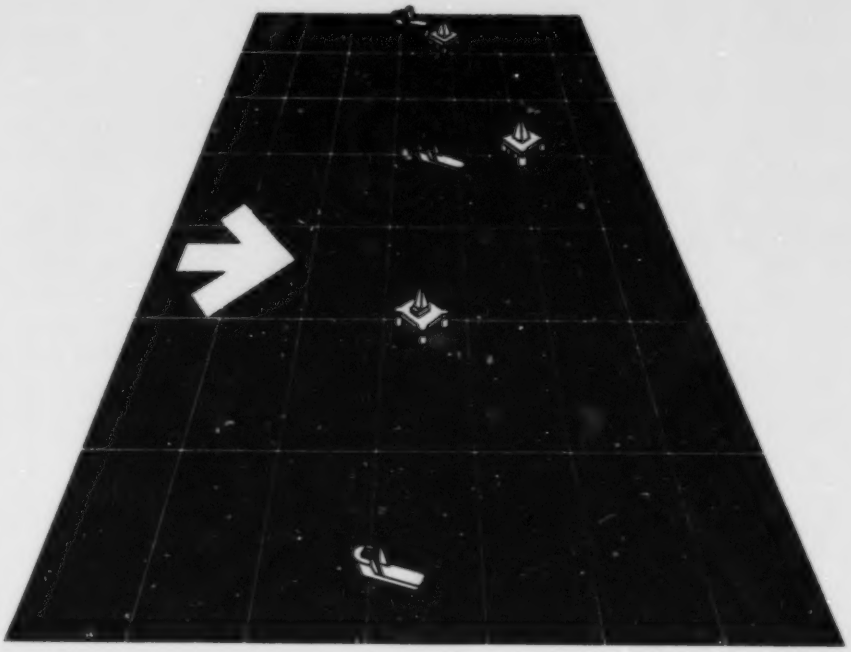
Vers 1 h 10, l'opérateur radio de nuit de l'*Ocean Ranger*, Ken Blackmore, a contacté Rick Flynn, radioélectricien de la base de Mobil. Il a demandé à Flynn de transmettre un Mayday pour l'*Ocean Ranger*. Au cours de la même communication, Jacobsen s'est entretenu également avec Flynn et a fait la même demande. Il a dit à Flynn que l'*Ocean Ranger* donnait de la gîte.

Jerry Higdon, deuxième lieutenant du *Seaforth Highlander*, a déclaré qu'à 1 h 10 il avait entendu l'*Ocean Ranger* appeler la *SEDCO 706*; l'*Ocean Ranger* accusait une gîte par bâbord impossible à corriger et demandait de relayer les Mayday. Le capitaine du *Seaforth Highlander* a certifié que la *SEDCO 706* avait relayé les Mayday. Il a augmenté immédiatement la vitesse de son navire et a filé à toute vapeur vers l'*Ocean Ranger*.

Vers 1 h 11, Jacobsen a appelé Senkoe qui était à bord de la *SEDCO 706*. Pendant cette conversation il a dit que «l'*Ocean Ranger* ne se remettait plus» et qu'on aurait besoin des hélicoptères et des navires de soutien pour aider à évacuer le personnel. À ce moment-là, les vents soufflaient en rafales de 70 à 80 nœuds. Cette conversation a été entendue par Flynn au bureau de Mobil à St. John's, alors qu'il était en communication téléphonique avec le SAREC.

*Les témoignages ne concordent pas en ce qui concerne l'heure du premier Mayday de l'*Ocean Ranger. *Baxter King, opérateur radio de la* SEDCO 706 *a consigné dans son registre qu'il avait capté un Mayday de l'*Ocean Ranger *sur 2182 kHz à 0 h 52. Cependant, ses gestes et des témoignages donnés par d'autres, font douter de l'exactitude de cette inscription. King a affirmé qu'il a consigné un Mayday provenant de l'*Ocean Ranger *sur la fréquence internationale de détresse de 2182 kHz à 0 h 52. Il a déclaré que presque tout de suite après avoir capté le May-*

[4]En février 1982, les communications MARISAT provenant de l'installation de forage étaient acheminées par l'intermédiaire d'une station terrestre dans le Connecticut. L'opérateur MARISAT transmettait l'appel par téléphone ou par telex.



5.6 À 01 h 00 le *Nordertor* et le *Boltentor* (en haut et au centre) ont continué de conserver leurs routes d'évitement. Le *Seaforth Highlander* (en bas) avait suivi un cap dans le vent jusqu'à une position se trouvant à environ 8 milles de l'Ocean Ranger.

day il a reçu un appel radio de Jacobsen sur la voie 1 HF. Jacobsen lui a dit que l'Ocean Ranger *gîtait de plus en plus et lui a demandé de relayer des Mayday. Il a demandé à parler à Senkoe. King a déclaré que cet appel a été le dernier de Jack Jacobsen et de* l'Ocean Ranger. *Si l'on donne foi à ce qui précède, le témoignage de Senkoe qui a affirmé que vers 1 h 15 il a parlé avec Jacobsen au sujet d'une urgence à bord de* l'Ocean Ranger, *doit être erroné. En plus, le témoignage de Don King, ingénieur de barge à bord de la* SEDCO 706 *qui a affirmé avoir entendu la conversation radio de Senkoe et Jacobsen et dont certaines parties ont été enregistrées par le SAREC à St. John's et consignées au journal à 1 h 14, doit aussi être erroné. On ne peut pas comprendre que Baxter King ait consigné au registre un appel de détresse de* l'Ocean Ranger *à 0 h 52 et n'en ait pas averti ses supérieurs avant 1 h 15 ou approximativement. La Commission conclut que l'heure inscrite au registre de Baxter King est inexacte et que le premier appel de détresse de* l'Ocean Ranger *a été lancé à 1 h 9, plusieurs minutes après que Jacobsen a eu avisé Graham de la situation d'urgence à bord de* l'Ocean Ranger.

À 1 h 21, comme mesure de sécurité, la *SEDCO 706* a ordonné à son navire de soutien, le *Boltentor*, de faire route sur l'*Ocean Ranger* et, à 1 h 22, on a ordonné également au navire de soutien de la *Zapata Ugland*, le *Nordertor*, de gagner l'*Ocean Ranger*. Le *Nordertor* se trouvait à 20 milles de l'*Ocean Ranger* et le *Boltentor* à 15 milles.

01 h 30 HNT (0500Z)
L'équipage de l'*Ocean Ranger* se rend aux postes d'abandon.

Ken Blackmore, opérateur radio et infirmier de l'*Ocean Ranger*, a communiqué avec Flynn à la base de Mobil pour l'aviser que l'équipage de l'*Ocean Ranger* se rendait aux postes d'abandon et pour lui demander de relayer un autre Mayday. La *SEDCO 706* et la base de Mobil ont accusé réception du message. Ce fut la denière communication qui a été entendue de l'*Ocean Ranger*. Il était 01 h 30.

À 3 h 38, le *Nordertor* a rapporté à la *SEDCO 706* que l'*Ocean Ranger* avait disparu de l'écran radar.

Personnel nommé au chapitre 5
Ordre alphabétique

NOM	POSTE	SOCIÉTÉ
BLACKMORE, Ken	Infirmier / Opérateur radioélectricien, *Ocean Ranger*	ODECO
COUNTS, Jim	Surintendant des forages, St. John's	ODECO
DAVISON, James	Capitaine, *Boltentor*	Crosbie Offshore
DUNCAN, Ronald	Capitaine, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
DYKE, Domenic (Nick)	Opérateur subalterne des ballasts, *Ocean Ranger*	ODECO
FLYNN, Richard	Opérateur radioélectricien, Base Mobil, St. John's	Harvey Offshore Services
FRASER, Rod	Contremaître de forage, *SEDCO 706*	Mobil Oil
GRAHAM, Merv	Surintendant local des forages, St. John's	Mobil Oil
HATCHER, Fred	Homme de quart, *SEDCO 706*	SEDCO
HIGDON, Jerry	Deuxième lieutenant, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
JACOBSEN, Jack	Contremaître principal de forage, *Ocean Ranger*	Mobil Oil
KAPRAL, Peter	Contremaître de forage, St. John's	Mobil Oil
KING, Baxter	Opérateur radioélectricien, *SEDCO 706*	SEDCO
KING, Don	Ingénieur de barge, *SEDCO 706*	SEDCO
LOVELL, Ken	Contremaître de forage, *Zapata Ugland*	Mobil Oil
MADDEN, Bob	Contremaître de forage, *Ocean Ranger*	Mobil Oil
RATHBUN, Don	Opérateur principal des ballasts, *Ocean Ranger*	ODECO
ROMANSKY, Steve	Directeur des opérations pour la côte est, St. John's	Mobil Oil
SENKOE, Keith	Contremaître de forage, *SEDCO 706*	Mobil Oil
THOMPSON, Kent	Chef de chantier, *Ocean Ranger*	ODECO
URSULAK, John	Contremaître de forage, *SEDCO 706*	Mobil Oil

Personnel nommé au chapitre 5
selon leur position

À TERRE	AU LARGE	
St. John's	**Hibernia**	
	Ocean Ranger	*Seaforth Highlander*
GRAHAM, Merv	THOMPSON, Kent	DUNCAN, Ronald
KAPRAL, Peter	JACOBSEN, Jack	HIGDON, Jerry
COUNTS, Jim	MADDEN, Bob	
ROMANSKY, Steve	RATHBUN, Don	
FLYNN, Richard	DYKE, Nick	
	BLACKMORE, Ken	
	SEDCO 706	*Boltentor*
	SENKOE, Keith	DAVISON, James
	FRASER, Rod	
	URSULAK, John	
	HATCHER, Fred	
	KING, Don	
	KING, Baxter	
	Zapata Ugland	*Nordertor*
	LOVELL, Ken	———

6

PREUVE TECHNIQUE

CHAPITRE 6 PREUVE TECHNIQUE

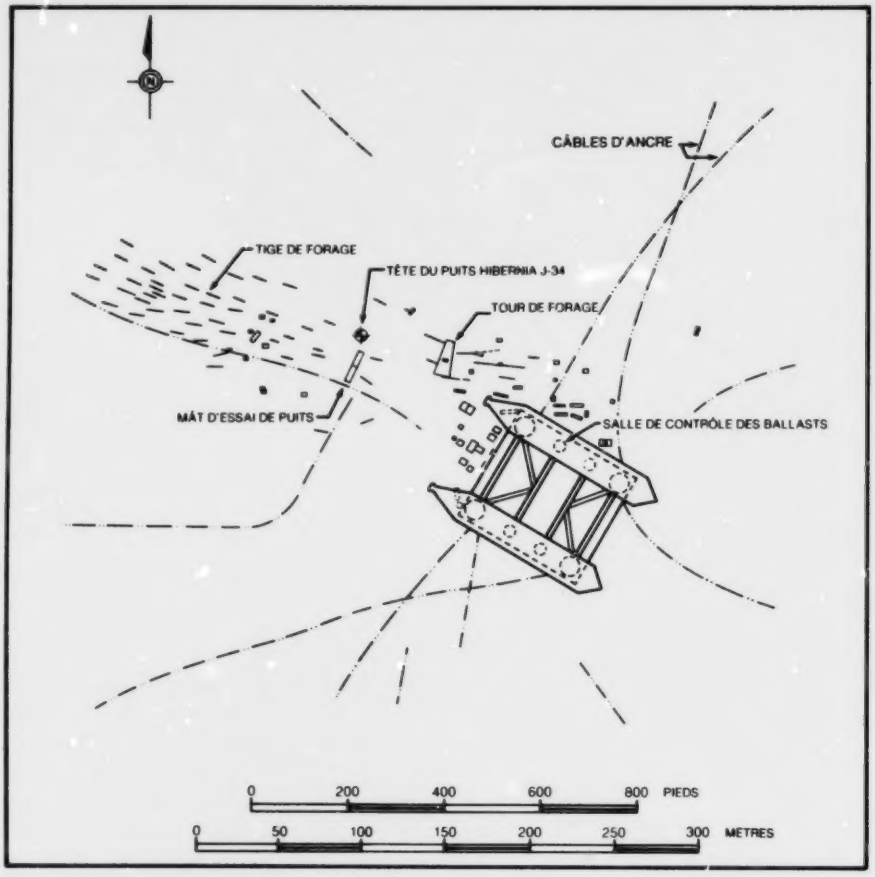
Un vaste programme d'enquête scientifique a été entrepris sur la conception structurale, électrique et mécanique de l'*Ocean Ranger*. Ce programme a été mené à terme sous la direction du Dr. Ewan Corlett, conseiller technique en chef de la Commission royale. Les résultats des travaux ont servi de preuve technique sur laquelle on a fondé l'analyse de la cause de la perte.

Pendant les mois de juillet et août 1982, on a effectué une inspection sous-marine de l'épave et de son emplacement. Les résultats du programme de plongées ont fourni des données importantes sur l'état de la plate-forme et sur les circonstances ayant contribué au chavirement. Le Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) de Transports Canada a procédé aux examens techniques de l'équipement récupéré de la salle de contrôle des ballasts et a entrepris des essais sur modèles afin de déterminer la cause et les effets des dommages constatés. Il a identifié les caractéristiques des systèmes électriques et mécaniques de l'installation qui ont pu rendre vaines les tentatives de l'équipage visant à corriger les problèmes qui ont mené au désastre.

Il était évident, dès le départ, qu'on devait procéder à l'examen de la stabilité de l'*Ocean Ranger* et de son comportement dans des conditions de tempête. On ne possédait que très peu de données concernant les réactions de la plate-forme face aux forces environnementales et l'on jugeait difficile, sinon impossible, de mettre au point des modèles mathématiques appropriés afin d'examiner les nombreux facteurs en cause. Par conséquent, il fut déterminé qu'un programme d'essais de modèles à l'échelle, appuyé d'analyses mathématiques, constituerait la méthode la plus efficace pour évaluer les effets des forces environnementales, des transferts de ballasts et de l'envahissement par les hauts sur la stabilité de l'installation, de même que le comportement de cette dernière à des angles d'assiette prononcés. Des analyses ont également porté sur le panneau de contrôle des ballasts et sur les systèmes de pompage.

INSPECTION DES LIEUX

Des relevés au sonar et des plongées d'inspection menés par Mobil Oil Canada Ltd. en février et mars 1982 ont permis de localiser l'épave retournée à quelque 500 pieds au sud-est de la tête du puits J-34 du champ Hibernia, à une profondeur de 255 pieds. La superstructure était écrasée dans le fond marin et la plate-forme reposait sur son pont supérieur. Un examen a été fait à l'aide d'un véhicule télécommandé doté d'une caméra de télévision en circuit fermé. L'équipe d'inspection de Mobil a repéré quatre zones de dommages structuraux sur la partie accessible de l'épave : dommages importants aux sections avant et aux coussinets d'ancre des deux pontons; un support latéral endommagé et une partie de plaque de sous-pont affaissée à la base de la troisième colonne de tribord; deux hublots cassés dans la salle de contrôle



6.1 Position des débris à l'emplacement J-34 du champ Hibernia, relevés par sonar et au cours des levés sous-marins. Les câbles des ancres sont indiqués seulement à la limite du secteur inspecté.

des ballasts située dans la même colonne. On n'a relevé aucune rupture au niveau des nœuds critiques reliant les pontons, les colonnes, la coque supérieure et les jambes transversales. Une inspection par véhicule télécommandé de la tête de puits et de l'obturateur anti-éruption a révélé un amas important de débris près de la tête de puits, y compris un morceau de tige de forage logé contre l'obturateur lui-même. Cependant, ce dernier ne comportait essentiellement aucun dommage et le puits était bloqué correctement. Le puits J-34 a été subséquemment rentré et suspendu au cours du mois de juin 1982. Les résultats de ce programme sont énumérés à l'Appendice F-1.

La planification en vue des inspections sous-marines de la Commission royale a eu lieu au début de l'été de 1982. Une révision des «plans d'exécution» de l'installation a été faite en même temps qu'une étude des rubans magnétoscopiques et des enregistrements sonar provenant des inspections précédentes de Mobil. Un bateau-support, le ***Balder Baffin***, a été engagé et équipé comme assistant de plongée pour les opérations sous-marines. L'objet des inspections était de vérifier les données obtenues par Mobil et de trouver sur l'épave d'autres indices de dommages structuraux. En outre, on devait également faire une inspection des débris et des amarres, ainsi que sonder les réservoirs des pontons. On a établi des plans afin de pouvoir pénétrer dans la salle de contrôle des ballasts, si possible, dans le but d'en récupérer des documents et de l'équipement se rapportant à l'enquête.

Les inspections ont débuté en juillet 1982 par un examen approfondi de la structure. Une équipe de plongeurs et une inspection au moyen d'un véhicule télé-

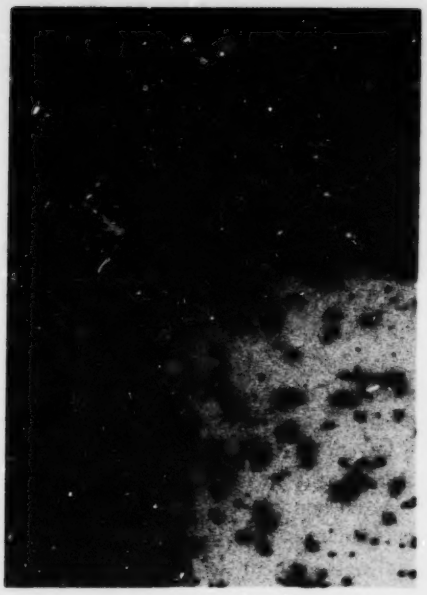
commandé ont confirmé les résultats de l'inspection de Mobil. Aucun dommage supplémentaire n'a été localisé. On a remarqué que les dommages subis par les coussinets d'ancre et les parties avant des deux pontons étaient identiques, quoique la superficie totale des dommages était légèrement plus grande sur la partie avant du ponton de bâbord. L'examen de ces dommages a révélé que la plate-forme avait frappé le fond marin alors qu'elle était inclinée vers l'avant à un angle considérable et qu'elle gîtait également à bâbord au moment de l'impact. Les réservoirs de ballast de bâbord et de tribord étaient tous les deux défoncés. Le support latéral endommagé et la partie de plaque de sous-pont affaissée à la base de la troisième colonne de tribord ont été inspectés de nouveau. Cette partie a été identifiée comme l'angle avant extérieur de la salle de la génératrice d'urgence. À l'examen, on a conclu que les dommages avaient résulté du chavirement de la plate-forme plutôt qu'ils n'en avaient été la cause.

La rupture du verre d'un des hublots dans la salle de contrôle des ballasts avait été signalée la nuit du 14 février; au moment de l'inspection, on a découvert deux vitres cassées. On a également constaté que les contre-hublots des quatre hublots étaient tous fermés. Les plongeurs ont retiré de la salle de contrôle des ballasts les deux hublots endommagés ainsi qu'un troisième en bon état. Ils ont été ultérieurement envoyés au LTSA pour être soumis à des examens et à des essais complets.

On a inspecté les débris et les amarres qui se trouvaient sur le fond marin afin de découvrir des indices révélateurs de la façon exacte dont le chavirement s'était produit. L'orientation de la tige de forage vers le nord-ouest de l'épave et la position de la tour et de l'équipement provenant du pont avant ont été jugées correspondre à une assiette prononcée de l'installation vers l'avant alors qu'elle se trouvait au-dessus de la tête du puits. Même si les inspections n'ont pas été suffisamment élaborées pour permettre de déterminer l'état exact des douze amarres et ancres, il semblerait que, par une quelconque combinaison de dérapage des ancres et de rupture des amarres, la plate-forme se soit déplacée directement au-dessus de l'endroit où elle fut retrouvée. La force de l'impact avec le fond marin a complètement détruit le plancher de forage, le secteur des logements et toutes les autres structures se trouvant au-dessus du pont supérieur. Les guindeaux d'ancre ont été arrachés de leurs bases et on les a retrouvés éparpillés sur le fond marin.

Les plongeurs ont découvert que les soupapes manuelles de prise d'eau de mer de bâbord et de tribord, qu'on laissait normalement ouvertes en tout temps, avaient été fermées. Ils ont également sondé les réservoirs des pontons afin de tenter de déterminer leur contenu immédiatement avant le chavirement. Le volume d'air piégé dans chaque réservoir a été déterminé et extrapolé ensuite afin d'obtenir le volume d'air équivalent à la surface. Plusieurs enquêteurs ont tenté de faire concorder les résultats des sondages des réservoirs avec le contenu consigné dans le rapport de stabilité du 14 février et récupéré par les plongeurs dans la salle de contrôle des ballasts. Toutes leurs tentatives ont été non concluantes. Il semblerait que pendant le chavirement et l'enfoncement subséquent de l'installation, le contenu de chaque réservoir ait subi des modifications importantes en raison de l'inondation par les tuyaux d'aération, du transfert du contenu par des soupapes de ballast ouvertes ou ayant des fuites, et de dommages possibles subis par les cloisons internes séparant les réservoirs. On a jugé que les sondages des réservoirs n'étaient pas suffisamment fiables pour servir de base aux conclusions relatives à la perte de l'installation de forage.

L'équipe de plongeurs a pénétré dans la salle de contrôle des ballasts et récupéré des documents incluant un document de travail du rapport de stabilité du 14 février. Le panneau schématique au complet provenant de la console de contrôle des ballasts et les 64 soupapes à commande par solénoïdes sous la partie inférieure de la console ont également été récupérés. On a trouvé qu'un coussinet et une tige de laiton étaient insérés dans le carter de dix-huit de ces soupapes. L'équipement a été récupéré dans un état essentiellement intact, quoique certains dommages ont été cau-



6.2 Cette photomicrographie montre la lèvre métallique caractéristique relevée sur toute la circonférence de la bague de blocage du hublot #4. La lèvre et le tracé de déformation à sa base indiquent que le verre du hublot a été cassé vers l'intérieur sous l'effet d'une charge élevée également distribuée sur toute la surface du verre.

sés pendant l'opération. Les plongeurs n'ont pas récupéré les panneaux de fusibles et de relais de la console de contrôle des ballasts de même qu'ils n'ont pu confirmer la position du disjoncteur principal ni celle de la soupape d'alimentation pneumatique (Appendice F-2).

EXAMEN DES HUBLOTS

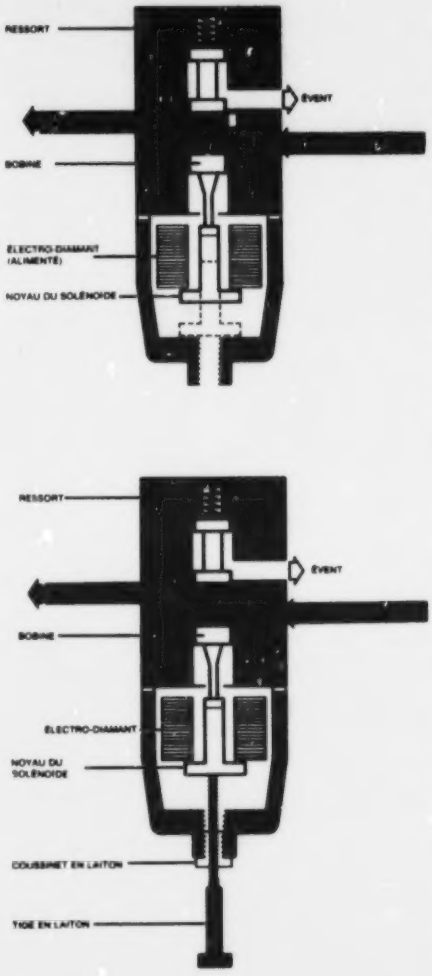
Les deux hublots endommagés ont été examinés afin de déterminer la cause de la défaillance de leur verre. Le hublot intact a été soumis à des essais visant à déterminer la résistance à la rupture du verre (Appendice F-3). Les deux hublots endommagés ont été démontés et les bagues de blocage qui retenaient les verres dans l'armature ont été inspectées afin de déceler des indices de déformation qui pouvaient révéler l'importance des forces requises pour faire éclater leur verre. La bague de blocage du hublot #4 présentait une «lèvre» métallique prononcée sur sa partie adjacente au verre; la bague de blocage du hublot #1 n'était pas endommagée. On a conclu après un examen métallurgique subséquent de la déformation que le verre du hublot #4 avait cédé sous l'impact de vagues de courte durée et de grande force. L'absence d'une déformation identique dans la bague de blocage du hublot #1 a révélé que le verre a été soumis à une lente pression augmentant sur une plus longue période, et qu'il a éclaté en raison de la pression statique de l'eau et possiblement à cause de l'impact des débris pendant que la plate-forme coulait.

Le verre des hublots avait été fabriqué au Japon conformément à la norme industrielle japonaise JIS-F2410 (1955), mais on a constaté après examen, que son épaisseur était inférieure de 0,3 millimètre à celle spécifiée par cette norme (Appendice F-3). On a découvert que le verre intact était fortement piqué, ce qui est reconnu se produire avec l'âge et réduire la résistance du verre trempé. Comparativement aux échantillons de verres neufs de qualité équivalente achetés au Canada et au Japon, le verre de l'*Ocean Ranger* présentait un tracé plus inégal de contraintes internes, vu sous un éclairage polarisé. Cette variation des contraintes dans le verre, causée par un refroidissement inégal pendant le processus du trempage, n'a pas été jugée comme un facteur ayant contribué au désastre.

Afin de déterminer la pression requise pour faire éclater le verre récupéré de l'épave, le LTSA a réalisé un programme d'essais dans lequel il a utilisé une pression d'air pour exercer une force sur un côté du verre. À l'essai, le verre a cédé sous une pression de 68 livres au pouce carré (lb/po²). Selon la norme industrielle japonaise pertinente, le verre aurait dû pouvoir subir une pression constante de 99 lb/po². Les échantillons de verre canadien et japonais ont également été testés; les échantillons canadiens ont cassé à une pression moyenne de 105 lb/po², et les échantillons japonais à une pression moyenne de 97 lb/po². Le piquage intentionnel d'un échantillon a réduit sa résistance à la rupture à 54 lb/po². L'épaisseur réduite et le piquage en surface se sont combinés pour réduire la résistance du verre de l'*Ocean Ranger* à 30 % sous le minimum admissible. Non seulement le verre ne correspondait pas à la spécification relative à l'épaisseur indiquée dans les «plans d'exécution» et n'avait pas la résistance requise conformément à la norme industrielle, mais encore, même si le verre avait eu les deux, cette épaisseur et cette résistance normalisées étaient encore insuffisantes pour lui permettre de résister aux chocs des vagues auxquels l'on pouvait raisonnablement s'attendre, dans des conditions prévisibles de tempête, au niveau et à l'endroit où se trouvaient les hublots de la salle de contrôle des ballasts sur l'*Ocean Ranger*.

EXAMEN DES SOUPAPES À SOLÉNOÏDES

Les 64 soupapes à solénoïdes récupérées de la salle de contrôle des ballasts ont toutes été envoyées au LTSA pour fins d'examen et d'essai (Appendix F-3). Elles ont été réparties en six bancs, chacun en comprenant dix ou onze, et ont été numérotées par



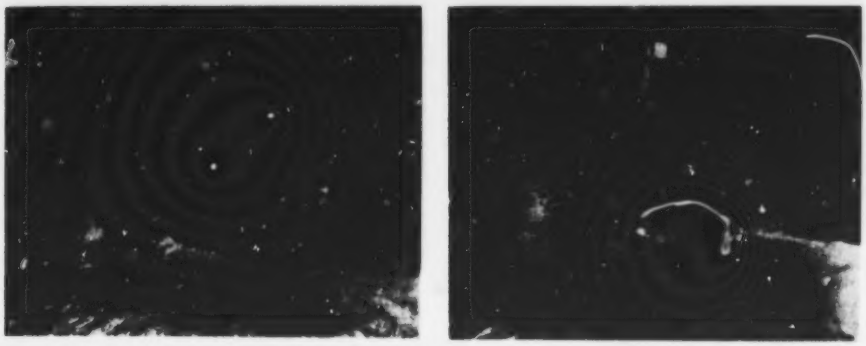
6.3 L'actionnement des soupapes à commande par solénoïdes pouvait se faire par électricité ou à la main. On a relevé un tracé circulaire de résidu de laiton sur les faces des noyaux des 18 soupages commandées manuellement qu'on a récupérées de l'épave.

ordre séquentiel au moyen d'étiquettes et de plaquettes en laiton de façon à correspondre aux numéros des soupapes du panneau schématique (P1 à P32, S1 à S32). Les soupapes à solénoïdes fonctionnaient ainsi qu'il suit : lorsque l'électro-diamant situé à la partie avant du boîtier était alimenté, il faisait rentrer le noyau qui déplaçait la tige contre un ressort et ouvrait la soupape. En coupant l'alimentation, le noyau et la tige revenaient à la position fermée sous l'effet du ressort. À la position ouverte, la soupape à solénoïdes dirigeait de l'air comprimé jusqu'à une soupape de ballast de la chambre des pompes, ce qui faisait ouvrir la soupape. À la position fermée, l'air comprimé était chassé de la soupape de ballast et un ressort la faisait fermer. La soupape à solénoïdes pouvait également être ouverte manuellement en enfonçant le noyau et la tige au moyen d'un outil que l'on insérait dans le trou fileté à l'avant du boîtier de la soupape.

Les plongeurs ont découvert que 18 soupapes à solénoïdes étaient munies d'un coussinet et d'une tige de laiton. Beaucoup de ces tiges ont été courbées ou cassées pendant leur récupération et quatre d'entre elles ont été enlevées par inadvertance. Parmi les 64 soupapes reçues par le LTSA, 22 soupapes étaient munies d'un obturateur anti-poussière en caoutchouc inséré dans le trou fileté du boîtier, et 24 soupapes n'en avaient pas. On a mesuré la profondeur à laquelle les tiges de laiton étaient vissées afin de déterminer si les soupapes à solénoïdes étaient ouvertes ou fermées. On a constaté que toutes les soupapes sans coussinet ni tige étaient fermées, alors que toutes celles munies d'un coussinet ou d'une tige, sauf une seule, étaient ouvertes. La soupape P-13 qui était en position intermédiaire, a probablement eu le même effet qu'une soupape ouverte à fond.

Après le mesurage et l'enlèvement des tiges et des coussinets de laiton, les boîtiers des solénoïdes ont été ouverts afin de permettre l'examen de l'intérieur de chaque soupape. Dans tous les cas, le noyau et la tige du solénoïde étaient grippés parce que le lubrifiant à l'intérieur du boîtier s'était figé pendant la période de submersion des soupapes. Toutes les soupapes ont recommencé à fonctionner normalement après qu'on les a eu nettoyées et lubrifiées de nouveau.

Les noyaux des solénoïdes ont été examinés. Dans chacune des 18 soupapes utilisées, la face du noyau était marquée d'un dépôt de laiton circulaire correspondant au diamètre des tiges de laiton. D'entre les autres noyaux, quatre portaient des empreintes et des déformations circulaires, mais il n'y avait aucun dépôt de laiton, ce



6.4 Le modèle à l'échelle de 1:40 de l'*Ocean Ranger* dans le bassin d'essai aux Norwegian Hydrodynamic Laboratories à Trondheim, Norvège.

qui indique que ces marques ont été faites à l'aide d'un outil qui n'était pas en laiton. Il est probable que ces marques ont été faites pendant la construction et les essais de la plate-forme et qu'elles n'ont aucun rapport avec le désastre. Les 42 autres noyaux ne portaient aucune marque. Le LTSA conclut que toutes les 18 soupapes à solénoïdes munies de coussinets ont été ouvertes au moyen de tiges, et que les tiges de laiton n'ont pas été utilisées pour faire fonctionner aucune des autres soupapes.

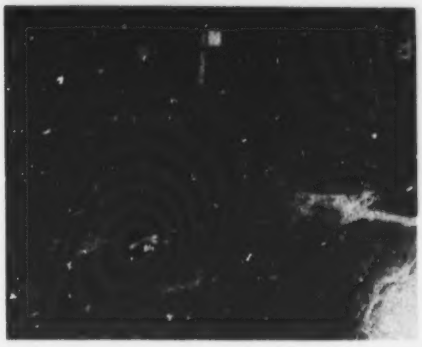
PROGRAMME D'ESSAIS DE MODÈLES

Le programme d'essais de modèles à l'échelle mené par le Conseil national de recherches au Canada à Ottawa (CNR) et les Norwegian Hydrodynamic Laboratories, de Trondheim (NHL), a porté sur une série de 182 essais distincts effectués entre novembre 1982 et septembre 1983 (Appendice F-5). Les modèles à l'échelle de 1:40 utilisés par les deux laboratoires ont été réalisés à partir des «plans d'exécution» de la plate-forme, et comportaient des dispositifs représentant les ouvertures des puits aux chaînes et les sections du système de ballasts afin de pouvoir simuler les effets de l'envahissement par les hauts et ceux des transferts de ballast. Les deux bassins d'essai des modèles étaient munis des dispositifs permettant de simuler les forces des vents[1] et des vagues déterminées à partir des données environnementales consignées à bord de la *Zapata Ugland* et de la *SEDCO 706* le 14 et le 15 février, 1982.

L'un des principaux objectifs du programme était de déterminer la susceptibilité de la plate-forme à l'envahissement par les hauts et l'effet possible de cet envahissement sur la stabilité de l'installation. Les deux modèles ont été construits de façon à permettre l'envahissement par les hauts dans les colonnes avant en passant par les ouvertures des puits aux chaînes qui ont été désignés par l'American Bureau of Shipping comme étant «le premier point d'envahissement par les hauts». L'ABS exige que l'angle auquel l'envahissement par les hauts commencerait soit conforme à ses règles. Il a été déterminé que l'angle d'envahissement par les hauts dans le cas de l'*Ocean Ranger*, ayant un tirant d'eau de 80 pieds, équivalait à une assiette avant de 27 degrés. À cet angle d'inclinaison, l'eau de mer entre dans les puits aux chaînes. Ce calcul se fondait sur une mer calme, sans égard au fait que de fortes mers peuvent entraîner l'envahissement par les hauts à un angle beaucoup moins prononcé.

Les essais ont démontré que l'installation n'était pas susceptible d'être envahie par les hauts alors qu'elle était considérablement équilibrée, les tirants pouvant aller jusqu'à 86 pieds. À de tels tirants, l'envahissement par les hauts a été observé uniquement lorsqu'on a donné aux modèles une assiette avant de 10 à 12 degrés ou lorsqu'ils ont été soumis à des vagues d'une amplitude supérieure à celle enregistrée

[1]Avant l'essai dans le bassin à houle, un modèle aérodynamique à l'échelle de 1:100 a été essayé en soufflerie à l'Établissement aéronautique national du Conseil national de recherches afin de déterminer la réaction de l'installation aux vents et de recueillir des données servant à la simulation des forces des vents utilisées au CNR et aux NHL.



au cours de la tempête. Ces essais ont démontré que l'*Ocean Ranger* pouvait résister aux conditions environnementales consignées sur l'emplacement alors qu'elle était équilibrée au tirant de forage de 80 pieds. Pendant les essais au tirant d'eau de 93 pieds[2], les puits aux chaînes des modèles, lorsqu'ils étaient de niveau, ont été quelque peu inondés et, avec une assiette avant excédant 6 degrés, l'envahissement rapide par les hauts se produisait.

On a réalisé une série d'essais supplémentaires fondés sur la distribution du ballast que l'on présume avoir existée le soir du 14 février. Les essais visaient à étudier ce qui se serait produit si les soupapes à solénoïdes commandées manuellement avaient été réellement utilisées pour faire fonctionner les soupapes du système de ballasts. Les modèles, placés dans des bassins d'essai, ont été soumis à des vents et à des vagues simulés, puis les soupapes appropriées ont été ouvertes. Dans tous les cas, le transfert de ballast qui s'est produit par gravité, à partir des réservoirs substantiellement pleins à l'arrière dans les réservoirs substantiellement vides à l'avant, a donné des assiettes avant excédant 15 degrés et provoqué l'envahissement progressif des puits aux chaînes. En raison des difficultés que l'on a rencontrées lors du mesurage du contenu des systèmes de ballasts des modèles, on n'a pu calculer avec précision le temps requis pour un transfert complet par gravité. Cependant, les essais ont l'importance des transferts de ballast accidentels et ont donné une indication réaliste des mouvements et de la stabilité de la plate-forme lorsqu'elle avait une inclinaison vers l'avant.

L'un des éléments les plus difficiles du programme d'essais des modèles a été de tenter de reproduire le chavirement de l'installation de forage. Le fait que l'*Ocean Ranger*, ayant des pontons mesurant 406 pieds de l'avant à l'arrière, ait chavirée dans des eaux d'une profondeur de 255 pieds seulement, a entraîné des problèmes particuliers pendant les essais de modèles. Pour que la simulation soit réaliste, on devait tenir compte de l'interaction complexe entre les configurations des ballasts, des mouvements de la plate-forme, des conditions environnementales, du système d'amarrage ainsi que de l'inondation des puits aux chaînes et du pont inférieur; il fallait également établir un certain nombre d'hypothèses en l'absence d'une connaissance précise de l'état de la plate-forme avant et pendant le chavirement. Plus encore, les modèles ne pouvaient pas reproduire de façon précise les dernières phases du chavirement étant donné les difficultés rencontrées dans la simulation de l'inondation du pont inférieur, du déplacement du matériel en pontée et de l'envahissement par l'eau des espaces non comblés de la plate-forme. Pour simuler le chavirement, on a réalisé qu'on devait inonder considérablement le pont inférieur et les roufs, outre les puits aux chaînes, avant que la plate-forme n'atteigne le degré d'instabilité requis. Les essais des modèles ont révélé qu'à des assiettes avant prononcées, les structures

[2]Pendant tout le programme, une échelle de tirants d'eau de 72 pieds à 93 pieds a été étudiée, afin de tenir compte du fait que la plate-forme avait déballasté ou augmenté son tirant à cause d'une entrée accidentelle d'eau de mer de ballastage.

du pont étaient soumises à l'impact violent des vagues. Les dommages subis par les prises d'air à l'avant de l'installation et par la superstructure du secteur d'habitation auraient permis à l'eau de s'engouffrer facilement et d'inonder la réserve de sacs et, en passant par l'escalier de bâbord avant, le secteur d'habitation du pont inférieur.

Les calculs des situations possibles de chavirement et l'analyse des essais ont indiqué que la possibilité de chavirement diminuait avec l'augmentation du tirant d'eau. Le seul essai où il a été possible de reproduire un chavirement a été réalisé par le CNR, le tirant d'eau moyen étant de 72 pieds. Le chavirement à des tirants d'eau excédant 80 pieds a été jugé peu probable étant donné que l'assiette de la plate-forme, à l'étape finale, serait limitée en raison du contact de la partie avant des pontons avec le fond marin.

Une comparaison des résultats du programme d'essais des modèles avec les analyses mathématiques réalisées pour le compte de la Garde côtière des États-Unis par le David W. Taylor Naval Ship Research and Development Center, a révélé que d'après les résultats mathématiques la plate-forme semblait moins susceptible à être envahie par les hauts dans des conditions dynamiques. Cette simulation a été affectée en raison de la possibilité limitée du programme informatisé de reproduire des vagues d'une façon réaliste et par les nombreuses hypothèses arbitraires qu'il a fallu établir au cours de l'élaboration du programme.

Un certain nombre d'études ont été entreprises afin de vérifier les données sur la stabilité contenues dans le *Manuel d'exploitation* de l'*Ocean Ranger*. Ces données étaient à la base des décisions opérationnelles quotidiennes touchant la stabilité de l'installation, et leur exactitude était primordiale relativement à l'exploitation sécuritaire de cette dernière. Les données d'ODECO sur la stabilité ont été jugées complètes et, en général, exactes. On a également tenu compte des effets du système d'amarrage sur la stabilité et de l'effet possible de «l'accroissement du poids»[3] de la plate-forme. Il a été déterminé que ces facteurs n'ont pourtant pas contribué au désastre.

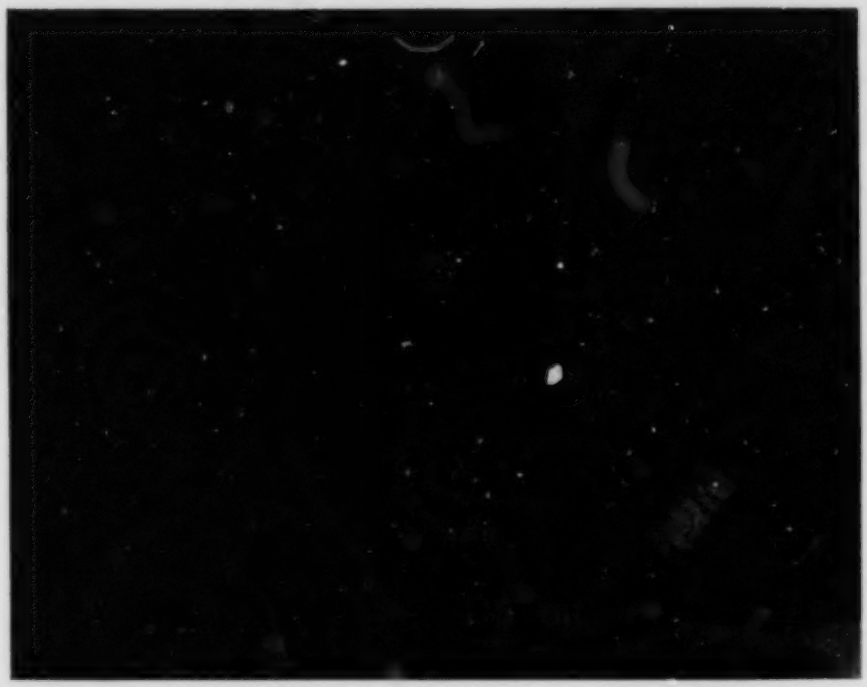
ÉTUDES DU SYSTÈME DE BALLASTS

Dès le début, on soupçonnait que la cause du désastre était directement liée à une perte de contrôle du système de ballasts. L'assiette avant prononcée et la forte gîte par bâbord rapportées avant l'abandon de la plate-forme et l'impossibilité pour l'équipage de la remettre d'aplomb indiquent toutes deux qu'une grave défaillance s'était produite dans le système. Les résultats de l'examen des soupapes à solénoïdes fait par le LTSA renforcent ce soupçon. Le LTSA a également examiné les composants électriques et mécaniques du système de contrôle des ballasts (Appendice F-3).

Les sections des panneaux schématiques de bâbord et de tribord étaient essentiellement intactes lorsqu'elles ont été récupérées, sauf qu'il manquait les interrupteurs de commande P-2 et P-8, la lampe témoin S-35, et la douille de l'interrupteur P-17. On suppose que ces dispositifs ont été perdus pendant les travaux de récupération. Quatre des douze couvercles verts (marche) et dix des douze couvercles rouges (arrêt) des interrupteurs des pompes n'étaient plus sur le panneau; les bandes magnétoscopiques prises à l'intérieur de la salle de contrôle des ballasts de l'épave ont révélé que ces couvercles n'étaient pas en place avant que les travaux de récupération ne débutent. Apparemment, on n'a jamais essayé de les ouvrir ou de les remplacer.

On a fait l'examen visuel des composants du panneau schématique afin de déceler tout signe de dommage pouvant avoir résulté d'une défaillance électrique. Un seul composant, l'interrupteur de commande de soupape P-19, était endommagé; la

[3] «L'accroissement du poids d'un navire lège» est une modification non consignée du poids d'un navire en raison de l'accumulation graduelle de peinture et autres matériaux. Une installation de la taille de l'*Ocean Ranger* peut voir son poids s'accroître annuellement de 20 tonnes.



6.5 Interrupteur de pompe démonté, identique aux interrupteurs utilisés dans le panneau schématique. La défaillance de certaines lampes témoins de ces interrupteurs est due à l'eau salée qui s'est infiltrée dans le boîtier du transformateur près de la base de l'interrupteur et qui a court-circuité les bornes du primaire de 115 volts et celles du secondaire de 18 volts.

6.6 L'interrupteur P-19 de commande de soupape était le seul composant visiblement endommagé du panneau schématique. La partie fondue à proximité de la base du boîtier résulte d'un court-circuit entre les borne de 24 volts et celles de 115 volts.

partie inférieure de son boîtier portait des traces d'amorçage d'arc et de brûlure, ce qui est le fait du court-circuit, en raison de l'eau salée, des bornes de 115 volts à la base de l'interrupteur.

La deuxième phase de l'examen du panneau consistait à examiner, au moyen d'un microscope optique à balayage électronique, toutes les ampoules des lampes

témoins. On a déterminé que sur les 184 ampoules[4] examinées, 80 ampoules, soit 43 %, étaient hors d'usage parce que les filaments étaient cassés. Soixante-seize de ces dernières présentaient des signes de défaillance en raison d'une tension excessive. Les ampoules grillées étaient réparties au hasard sur l'ensemble du panneau. On a constaté que toutes les ampoules étaient usées, ce qui indique que personne n'a essayé de les remplacer la nuit du naufrage.

En évaluant les dommages de l'interrupteur P-19 et des lampes témoins de position des soupapes, les enquêteurs ont noté que les bornes du circuit des lampes témoins de 24 volts et celles du circuit de commande de 115 volts étaient très rapprochées les unes des autres à la base du boîtier de l'interrupteur. Ils ont conclu que l'eau de mer s'infiltrant dans l'interrupteur P-19 a créé un pont conducteur entre les circuits de 24 volts et 115 volts[5], ce qui a entraîné la défaillance de plusieurs lampes témoins dans le circuit de 24 volts en raison d'une surtension. La répartition des ampoules intactes indique que l'eau de mer a pénétré dans un grand nombre d'interrupteurs de commande de soupapes, causant dans certains cas des courts-circuits qui ont *empêché* le courant de passer dans les filaments des ampoules, et conséquemment protégé ces dernières contre tout dommage. Il en a résulté une distribution erratique d'ampoules endommagées et d'ampoules intactes.

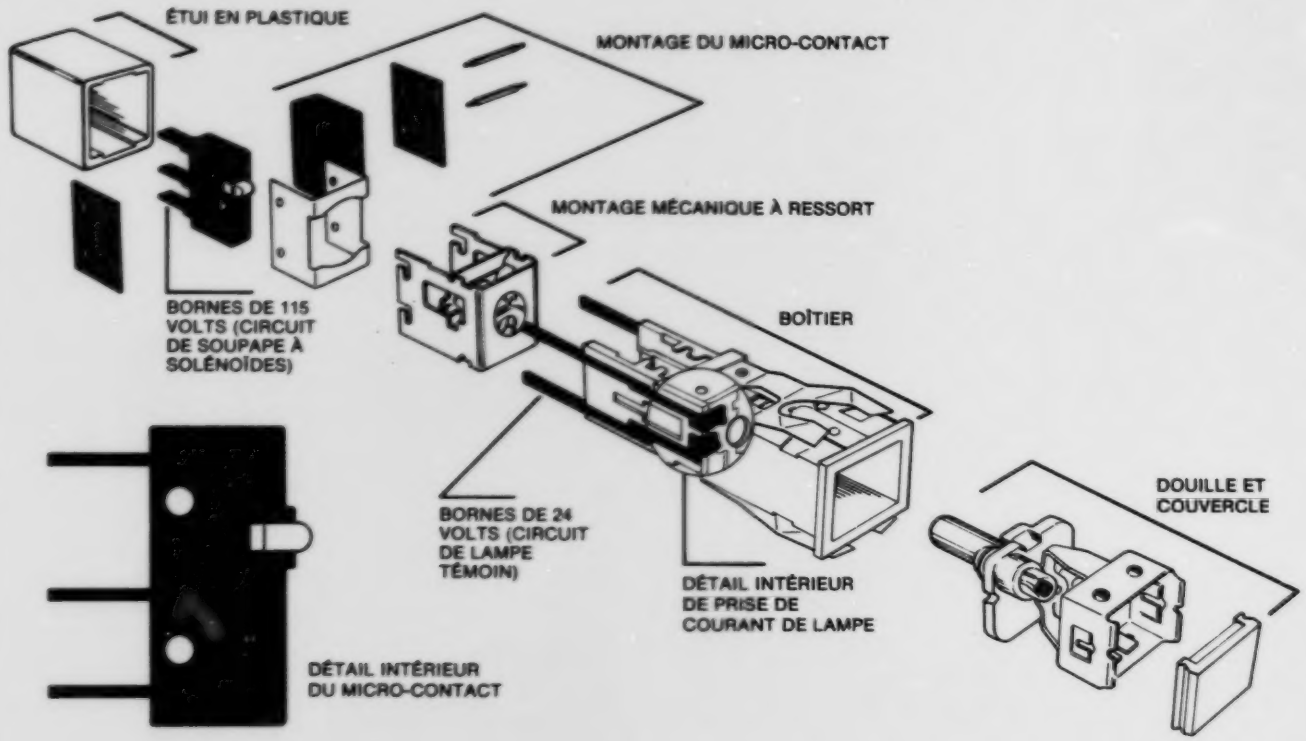
La défaillance des ampoules des interrupteurs des pompes, qui étaient reliées à un circuit distinct de 115 volts par l'intermédiaire d'un transformateur de 115 volts/18 volts monté à l'intérieur de chaque interrupteur de pompe, a été imputée au court-circuit des bornes de ces transformateurs. Chaque interrupteur de pompe comprenait un joint d'étanchéité en caoutchouc qui empêchait l'eau de mer à la surface du panneau schématique de s'infiltrer dans le boîtier de l'interrupteur. Toutefois, les essais ont démontré que l'eau pouvait s'infiltrer, à partir de la surface du panneau schématique, dans les ouvertures des interrupteurs et pénétrer dans les boîtiers des interrupteurs des pompes, court-circuitant les transformateurs et faisant griller les ampoules à cause d'une surtension.

Afin d'étudier les effets de l'eau de mer sur le circuit électrique du panneau schématique, le LTSA a mené une série d'essais avec des composants identiques neufs achetés auprès des fabricants de l'équipement d'origine au Japon. Ces essais ont démontré que l'eau de mer pouvait entrer facilement dans les interrupteurs de commande des soupapes. Même de petites quantités d'eau de mer réduisaient l'intensité des lampes témoins et les faisaient clignoter; dans certains cas, l'eau faisait allumer les voyants verts et les voyants rouges simultanément. Dans plusieurs de ces essais, on a constaté que l'eau de mer provoquait un court-circuit pouvant exciter le relais asservi et le solénoïde.

On a également procédé aux essais d'un modèle du panneau schématique d'origine afin d'évaluer les effets électriques possibles de l'eau de mer sur le panneau. On a versé de l'eau salée sur le modèle, mais on n'a tenté d'aucune façon de reproduire de façon exacte les conditions qui prévalaient la nuit du naufrage, c'est-à-dire la quantité d'eau de mer ou la vélocité de l'eau. L'inondation a d'abord court-circuité le circuit des lampes témoins de position des soupapes et fait griller le fusible. On s'est rendu compte plus tard qu'on avait utilisé par erreur un fusible de 5 ampères plutôt que le fusible approprié de 10 ampères. Les tentatives visant à rétablir le circuit pendant cet essai en insérant un nouveau fusible de 10 ampères ont été infructueuses, ce qui indiquait que des courts-circuits se produisaient toujours même lorsque l'eau s'était égouttée du panneau. Pendant les dix premières minutes de l'essai, 10 des 32 interrupteurs de commande des soupapes ont été court-circuités, ce qui a excité les

[4]Le panneau schématique comportait 168 ampoules de lampes témoins indiquant la position des soupapes et 24 ampoules d'interrupteurs des pompes. Pendant les travaux de récupération, huit ampoules de lampes témoins de soupapes ont été perdues.

[5]Cela a pu se produire à plusieurs endroits dans le panneau schématique, quoique l'endroit le plus plausible semble être celui de l'interrupteur P-19.



6.7 Composants de l'interrupteur de commande de soupape utilisé dans le panneau schématique. On a découvert qu'il y a eu court-circuit : entre les contacts de l'ampoule; entre les fils reliant les contacts de celles de 115 volts à la base de l'interrupteur; et dans le micro-contact lui-même.

relais associés dans le simulateur. Dans le circuit de l'*Ocean Ranger* cela aurait fait ouvrir les soupapes à solénoïdes montées sous la console, ce qui aurait conséquemment fait ouvrir les soupapes des ballasts télécommandées dans les chambres des pompes si l'alimentation de la console en air comprimé n'avait pas été coupée. Un examen ultérieur des interrupteurs touchés dans le panneau d'essai a révélé qu'il y avait des dépôts de sel à l'intérieur des micro-contacts associés, ce qui confirmait que de l'eau de mer avait pénétré dans les micro-contacts et entraîné un court-circuit interne.

A mesure que l'essai se poursuivait, on a vu de nombreuses lampes témoins du panneau («ouvert» et «fermé») clignoter et éclairer fortement de façon désordonnée, le tout accompagné de jaillissements d'étincelles à l'intérieur du panneau. Il n'y avait aucune source d'alimentation de 24 volts du circuit des lampes témoins à ce moment-là à cause de la défaillance du fusible. On a donc conclu que le circuit de 115 volts et celui de 24 volts ont été interconnectés par l'eau de mer. L'examen des ampoules des lampes témoins a révélé que nombre d'entre elles avaient grillé à cause d'une surtension tout comme celles qui ont été récupérées de l'épave, et qu'un certain nombre d'interrupteurs présentaient des dommages identiques à ceux de l'interrupteur P-19, également récupéré de l'épave. L'étendue des dommages dans le panneau soumis à l'essai était supérieure à celle du panneau schématique récupéré. Cela est probablement dû au fait que l'alimentation a été laissée en circuit plus d'une heure pendant l'essai, alors que l'alimentation à bord de l'*Ocean Ranger* a probablement été coupée peu après la rupture du verre du hublot.

La conception et les aspects opérationnels du système de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger* ont été analysés au cours de l'enquête technique. Parmi les facteurs affectant l'utilisation appropriée de ce système étaient les signaux fournis à l'opérateur concernant l'état de l'équipement par l'intermédiaire de la console de commande des ballasts et son instrumentation associée ballasts. Le panneau schéma-

tique était conçu de façon à permettre à l'opérateur d'ouvrir ou de fermer les soupapes et d'utiliser les pompes (contrôle) et de déterminer l'état réel des soupapes et des pompes (surveillance). Les fonctions de contrôle et les fonctions de surveillance n'étaient pas séparées comme elles doivent normalement l'être, de sorte que chaque système puisse fonctionner de façon autonome. Le système de l'*Ocean Ranger* a été conçu de façon que les circuits de contrôle et de surveillance des soupapes soient interreliés par l'intermédiaire de relais montés dans la console;[6] bien que cet agencement ait fonctionné correctement dans des conditions normales, il a limité inutilement les données accessibles à l'opérateur et a rendu les deux circuits vulnérables aux défaillances communes. Les conséquences de ce défaut de conception seront examinées au chapitre suivant.

L'examen du système de pompage des ballasts a également révélé un certain nombre de restrictions. Le principal facteur restrictif dans la conception de ce système était l'emplacement des chambres des pompes à l'arrière de l'installation. Une telle configuration rendait le déballastage de plus en plus difficile à mesure que l'assiette de la plate-forme s'inclinait vers l'avant parce que la distance verticale augmentait entre la crépine du réservoir de ballast et l'entrée de la pompe (Appendice F-4).

Inversement, le fait de donner une inclinaison arrière à la plate-forme améliorerait effectivement la performance du système. Les témoignages indiquent que non seulement les opérateurs connaissaient cet effet, mais qu'ils avaient aussi l'habitude d'incliner légèrement l'installation vers l'arrière pour faciliter le pompage des réservoirs avant. Il est d'ailleurs évident qu'une gîte par bâbord ou tribord n'aurait pas d'effet notable sur le fonctionnement du système.

Un autre facteur limitatif du système de pompage des ballasts découlait directement de sa conception mécanique. Elle contrevenait à la pratique technique normalisée d'équilibrer la capacité des pompes, le diamètre et la longueur des conduites d'entrée et plusieurs autres facteurs, afin de garantir un rendement adéquat sur toute la gamme de fonctionnement[7] du système. L'utilisation de pompes très puissantes à grand débit avec des conduites d'entrée d'un diamètre relativement petit reliant les pompes et les réservoirs de ballasts a gravement restreint la gamme de fonctionnement sur laquelle le système de ballasts pouvait être utilisé avec succès. Un moyen quelconque d'«étrangler» ou de réduire le débit dans les pompes aurait grandement amélioré l'efficacité du système.[8] Même si la nécessité d'ajouter un mécanisme d'étranglement avait été indiquée sur les plans de construction, on n'en a jamais installé. L'utilisation de conduites d'entrée d'un diamètre supérieur aurait également permis un meilleur rendement. ODECO a déclaré tenir compte de ce fait dans tous ses projets en cours.

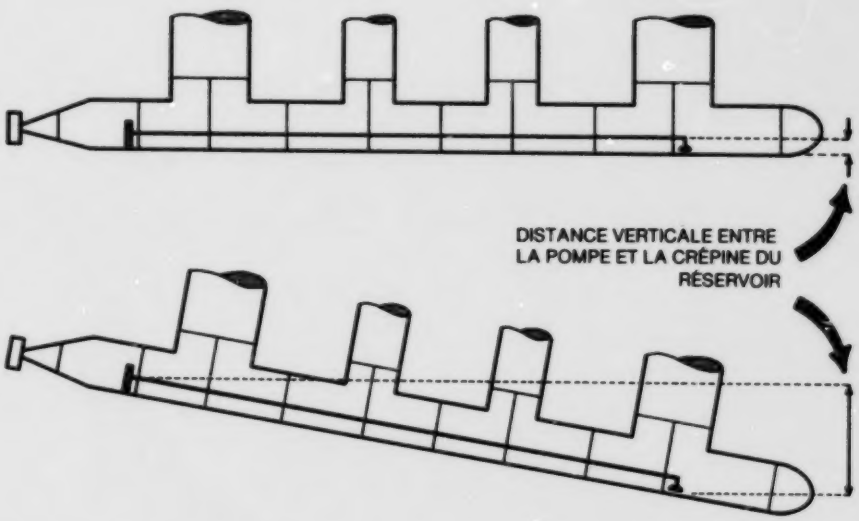
L'effet de ces faiblesses de conception sur le système de ballasts de la plate-forme aurait gêné considérablement toute tentative de redressement de l'installation à partir de l'inclinaison très prononcée rapportée la nuit du désastre. Le débit auquel le ballast pouvait être pompé à partir des réservoirs avant aurait été réduit à néant à mesure que l'inclinaison s'accentuait. Au cours des opérations normales, la vitesse de débit à partir d'un réservoir donné est sans importance; dans les conditions qui prévalaient la nuit du désastre, la vitesse de débit à partir des réservoirs avant était un facteur décisif.

[6]Les règlements courants des sociétés de classification interdisent ce type d'agencement.

[7]Dans ce contexte, l'expression «gamme de fonctionnement» s'entend du niveau du contenu des réservoirs et de l'attitude de l'installation que l'on peut raisonnablement prévoir dans des conditions normales ou en cas d'urgence.

[8]Le rendement du système aurait pu être amélioré en pompant à partir de plusieurs réservoirs de ballast en même temps, mais cela n'était généralement pas reconnu par les opérateurs de la salle de contrôle des ballasts qui pompaient normalement à partir d'un réservoir seulement à la fois.

6.8 A mesure que la plate-forme s'inclinait par l'avant, la distance verticale entre l'aspiration dans le réservoir et l'aspiration au niveau de la pompe augmentait, ce qui réduisait la capacité du système de pomper à partir des réservoirs avant.



7

PERTE DE L'INSTALLATION

CHAPITRE 7 PERTE DE L'INSTALLATION

Au cours de son enquête, la Commission royale a recueilli un grand nombre de preuves techniques, inspecté la salle de contrôle des ballasts et les pontons de l'épave de la plate-forme, et entrepris une série d'essais de modèles afin de découvrir des données sur le comportement probable de l'*Ocean Ranger* dans diverses conditions de vent, de vague et de charge. On admettait cependant que la preuve technique seule n'expliquerait pas la cause de la perte et, en conséquence, de nombreux témoins ont été invités à fournir des renseignements sur les procédures courantes d'opération à bord de l'*Ocean Ranger* et sur les modes de comportement établis de ceux qui détenaient des postes clés. Ces témoignages, de même que les données techniques disponibles, ont fourni la base sur laquelle on a pu s'appuyer pour arriver aux conclusions relatives à la cause du désastre.

Il a été établi précédemment que l'*Ocean Ranger* forait encore à 16 h 30 l'après-midi du 14 février 1982, que le processus du débranchement et du désaccouplement avait débuté peu après cette heure-là et qu'il avait pris fin au plus tard à 18 h 47. Les témoignages ont révélé que c'est pratique courante, dans le champ Hibernia, de déballaster une installation de forage de cinq pieds ou plus après le désaccouplement afin d'augmenter l'espace d'air[1] et de réduire en même temps la possibilité que le tube conducteur marin n'endommage l'obturateur anti-éruption sur le fond marin. Cependant, des témoignages ont également révélé que l'*Ocean Ranger* n'avait jamais suivi cette pratique de déballastage et qu'elle avait, de fait, démontré qu'elle pouvait continuer de forer dans des conditions météorologiques tellement extrêmes qu'elles empêchaient les autres plates-formes d'en faire autant. En réalité, l'*Ocean Ranger* avait débranché en raison des conditions météorologiques le 16 janvier 1982 pour la première fois depuis les cinq années qu'elle était en opération. Ce jour-là, le pilonnement maximum rapporté était de 22 pieds, les mers atteignaient 49 pieds et la houle 25 pieds au maximum. Le tangage et le roulis maximum rapportés étaient de 4,5 degrés et de 5,5 degrés respectivement. Toutefois, l'*Ocean Ranger* n'avait pas déballasté mais avait conservé pendant tout ce temps son tirant d'eau de 80 pieds. Les témoignages ont révélé que les conditions météorologiques et les mouvements de la plate-forme n'étaient pas différents le 14 février.

Des témoins ont déclaré que s'il fallait augmenter l'espace entre le tube conducteur marin et l'obturateur après le désaccouplement pour que cet équipement ne soit pas endommagé, il faudrait décider, avant de procéder au déballastage, de relever le tube conducteur marin soit avec le moufle mobile soit avec le compensateur de mouvement. Même si l'on avait fait état de problèmes concernant les boyaux du

[1]L'espace d'air s'entend de la distance entre le niveau moyen de la mer et le dessous du pont inférieur de l'installation de forage.

7.1 Un des trois hublots retirés de l'épave. Le contre-hublot était fermé et agrafé.

compensateur le 14 février, le tube conducteur aurait pu être remonté en utilisant le moufle mobile. Étant donné que l'*Ocean Ranger* n'avait jamais déballasté auparavant en raison des conditions de tempête, et en l'absence de tout rapport confirmant qu'elle en aurait fait autant à ce moment-là, on doit conclure que la plate-forme n'avait pas procédé au déballastage à partir de son tirant d'eau de 80 pieds avant que le hublot #4 de la salle de contrôle des ballasts ne fut défoncé.

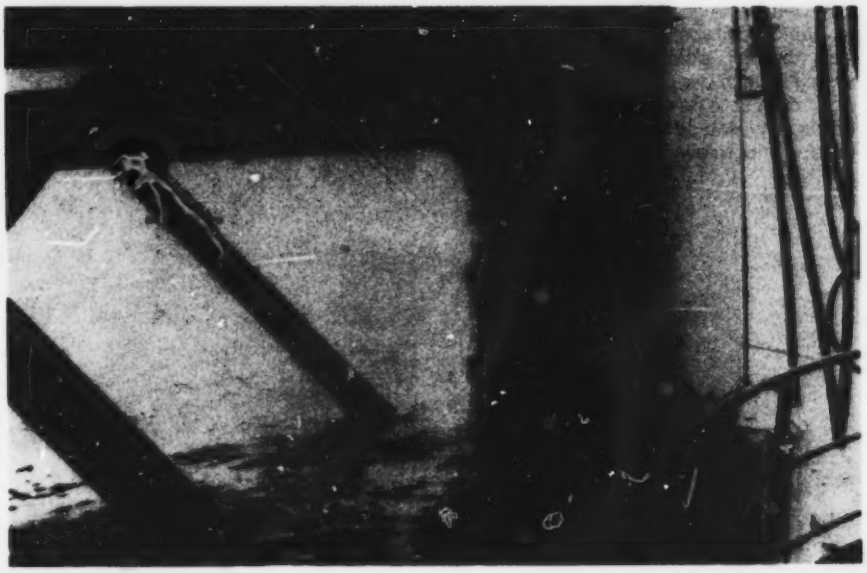
CASSE DU VERRE DU HUBLOT

Il n'y a aucun doute que la rupture du verre de ce hublot, entre 19 h 45 et 20 h, a été la première étape de la suite d'événements qui ont mené à la perte de l'*Ocean Ranger*. La preuve a révélé que l'épaisseur de verre, telle que spécifiée dans les plans qui ont été remis par le fournisseur du verre, était insuffisante pour supporter les forces des vagues dans des conditions prévisibles de tempête extrêmes et que, de plus, à mesure que le verre prenait de l'âge, le piquage de sa surface par les particules charriées par l'eau ou par l'air diminuait sa résistance. De plus, le verre en place dans le hublot ne répondait même pas aux critères d'épaisseur spécifiés dans les plans.

Les dimensions de la lèvre qui a été constatée sur la bague de blocage du hublot #4 qui a éclaté avant le chavirement, étaient approximativement deux fois supérieures à celles de la lèvre relevée sur le hublot #2 que l'on a récupéré intact, après que ce dernier fut soumis à des essais de pression atteignant 68 lb/po² avant d'éclater. La preuve a été fournie que la pression requise pour produire une lèvre ayant l'importance de celle que l'on a constatée sur le hublot #4 serait au moins égale au double de ce chiffre. L'avocat-conseil d'ODECO a avancé que la force d'une vague seule ne pouvait vraisemblablement pas atteindre cette pression, et il a soutenu que le verre du hublot avait été cassé par un lourd débris flottant. Il a fait valoir que puisque le débris flotterait nécessairement à la surface ou légèrement sous la surface de l'eau, le hublot n'aurait pas été soumis à une forte colonne d'eau et, par conséquent, la quantité de liquide qui serait entrée dans la salle de contrôle aurait été minime. L'examen technique des hublots récupérés de l'épave contredit cette thèse. Les recherches sur les pressions de choc générées par des lames déferlantes indiquent que des pressions dynamiques excédant 140 lb/po² peuvent se produire pendant de courtes durées[2]. L'examen du hublot récupéré a confirmé que le verre a éclaté sous l'effet d'une pression uniforme appliquée sur toute sa surface et non pas en raison de l'impact d'un débris.

Chaque hublot, tel que conçu et mis en place, était muni, du côté intérieur, d'un contre-hublot métallique que l'on pouvait abaisser et verrouiller sur le hublot lorsqu'on prévoyait que des vagues pourraient casser le verre; cependant, on ne disposait d'aucune instruction quant à l'utilisation des contre-hublots ni d'ordres permanents précisant de les fermer en cas de tempête. Les témoignages ont révélé que les instructions appropriées sont actuellement incluses au besoin dans tous les manuels d'ODECO. Malgré l'absence d'instructions, si l'équipage avait réagi suivant un comportement de marin et le bon sens, avait fermé les contre-hublots de la salle de contrôle des ballasts avant 19 h 45 le 14 février, le premier maillon de la chaîne des événements n'aurait pas été forgé et la perte de l'*Ocean Ranger* et de son équipage aurait été évitée. Néanmoins, il faut reconnaître que si on avait examiné à fond la conception de l'installation en fonction des conditions environnementales extrêmes dans lesquelles elle pourrait être exploitée, plusieurs autres maillons de la chaîne des événements qui ont entraîné le chavirement n'auraient pas été forgés. Si la console de commande avait été étanche, si elle avait été protégée contre l'eau qui pouvait entrer par un hublot cassé, si le verre en place dans les hublots avait pu supporter l'impact

[2] «Coastal Engineering – An Introduction to Ocean Engineering», pp. 97-100, K. Horikawa, University of Tokyo Press, 1978.

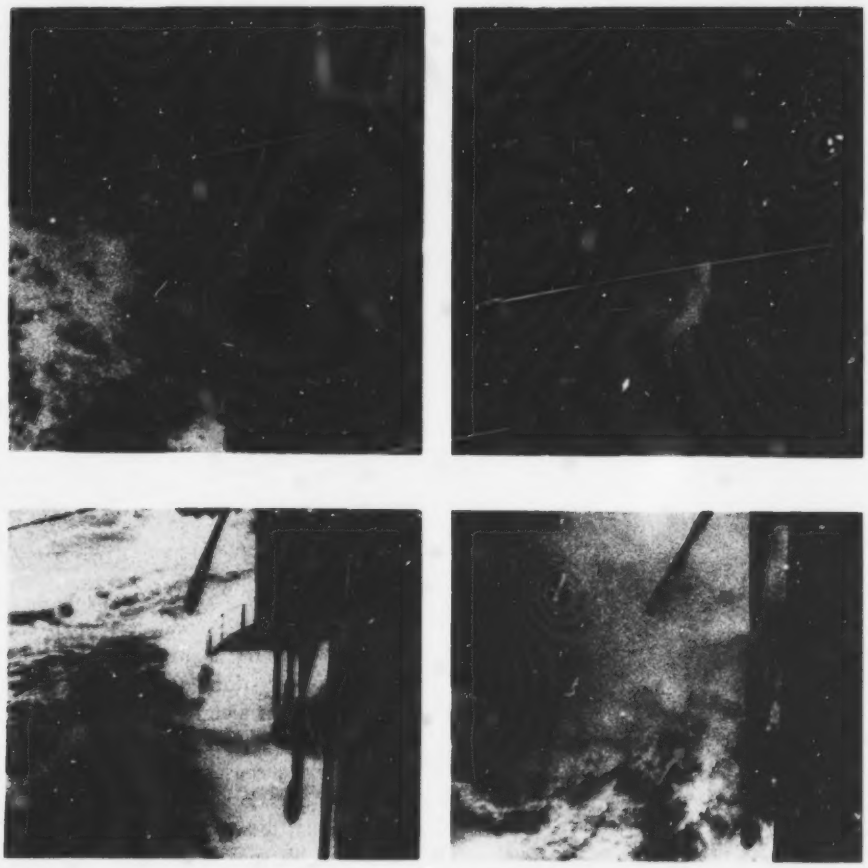


7.2 Ces photographies montrent la console de contrôle des ballasts et les marques de tirant d'eau à partir du hublot #3 situé à l'extrême gauche.

des vagues dans des conditions environnementales prévisibles, si la salle de contrôle des ballasts avait été située à un niveau plus élevé sur le pont supérieur et si un système plus sophistiqué que celui des échelles sur les colonnes avait été en place pour vérifier le tirant d'eau, il n'y aurait pas eu cette suite d'événements qui ont conduit à la perte.

De nombreuses dépositions ont été faites relativement à la quantité d'eau qui est entrée dans la salle de contrôle des ballasts après la rupture du hublot. Les estimations vont d'une demi-tonne à plus de 20 tonnes en se fondant sur diverses hypothèses qui peuvent se défendre ou non. Des facteurs inconnus comme la dimension, l'angle et la vitesse de la vague, l'assiette de la plate-forme au moment de l'impact et le temps nécessaire pour fermer le contre-hublot, se combinent tous pour donner toute latitude à ceux qui ont avancé ces estimations. Cependant, quelle que soit la quantité d'eau qui a pénétré dans la salle de contrôle des ballasts, elle était suffisante pour mouiller toute la surface du panneau et ainsi donner naissance à la séquence d'événements néfastes.

Les témoignages révèlent que, chose étonnante, le bris du verre du hublot ne serait pas jugé en soi d'une importance suffisante pour qu'on en fasse rapport à la base terrestre avant le lendemain alors qu'on en ferait mention dans le rapport quotidien sur l'état de l'équipement. Cela pourrait expliquer l'absence totale des communications entre le chef de chantier de forage et le personnel d'ODECO à terre. De la même façon, lorsque Graham a d'abord été avisé par Jacobsen à 20 h 45 qu'un hublot était défoncé, il n'a pas jugé la chose importante, vraisemblablement à cause du peu de préoccupation exprimée par Jacobsen. Au cours d'une autre communication qui a eu lieu à 22 h, Jacobsen l'a de nouveau assuré que l'*Ocean Ranger* n'était aux prises avec aucun problème dû à la rupture. Il est également surprenant qu'on n'ait à aucun moment fait mention de dommages résultant de l'incident, même si l'on avait appris par le biais de communications VHF entendues par hasard que le système de hauts-parleurs et de détection des gaz, et probablement le panneau de contrôle des ballasts, étaient endommagés ou défectueux. De fait, lorsque le chef de chantier de forage a demandé un rapport des conditions peu avant 22 h, l'opérateur de la salle de contrôle des ballasts a répondu que «tout allait bien» et cela a été transmis à Graham par Jacobsen qui a dit «tous les systèmes fonctionnent normalement». La preuve a démontré clairement l'imprécision de ces rapports. Les différences entre



7.3 Cette série de photographies fait voir les hublots de la salle de contrôle des ballasts obscurcis alors que la mer était relativement calme. Les photos ont été prises à partir de la salle de commande des guindeaux au niveau de la plate-forme d'amarrage sur tribord avant.

les conditions rapportées et les conditions réelles peuvent être attribuées à une évaluation erronée de la situation par l'équipage et à son incapacité de prévoir le danger latent. Le manque de rapports précis et opportuns sur les dommages, de la part de ceux qui se trouvaient à bord, a gêné l'enquête sur le désastre et nécessité l'élaboration d'un plus grand nombre d'hypothèses et de déductions que l'on aurait été tenu d'en faire dans le cas contraire.

Les conclusions concernant l'effet de l'eau sur l'équipement de la salle de contrôle des ballasts sont tirées des conversations radio VHF entendues entre 20 h et 22 h, de l'examen du panneau schématique et des interrupteurs récupérés de l'épave, ainsi que des essais du LTSA faits avec des interrupteurs neufs identiques à ceux qui ont été récupérés. Parmi ceux qui ont entendu par hasard des bribes de ces communications radio VHF, personne n'a ressenti un quelconque degré d'urgence ou d'inquiétude. En vérité, personne n'a tenté de communiquer avec la plate-forme pour s'enquérir du problème. Toutes ces conversations ont eu lieu à bord de l'*Ocean Ranger* entre ceux qui s'occupaient du nettoyage et de la réparation, et leurs chefs. Elles donnent une bonne idée de ce que pensaient ceux qui étaient à bord et, même si l'on peut contester la précision des témoignages concernant le contenu et l'heure exacte de ces conversations, il n'y a aucun doute quant à leur ton général.

Les conversations portaient sur le nettoyage de la salle de contrôle des ballasts et sur l'état de l'équipement de cette pièce. Les interlocuteurs ont indiqué qu'il fallait ramasser l'eau et la vitre et que le système de détection des gaz et le système de hauts-parleurs ne fonctionnaient pas. On a parlé du «panneau» mouillé et l'on a dit que quelqu'un, probablement l'électricien, «était en train d'y travailler» et «avait

enlevé le couvercle». On a averti le personnel d'un risque de décharges électriques et l'on a demandé aux préposés à l'entretien de se rendre à la salle de contrôle. Au cours de ces conversations, rien n'a laissé croire que l'équipage pressentait quelque danger. De toute évidence, le personnel croyait que les problèmes, quels qu'ils aient pu être, avaient été localisés et que les mesures correctives étaient appliquées.

Toutefois, il est manifeste qu'une évaluation erronée de la part de l'équipage a joué un rôle important dans la tragédie. Alors que l'équipage connaissait les dangers que couraient ceux qui tentaient de nettoyer l'équipement électrique mouillé, il ignorait la portée de l'effet potentiel que l'eau de mer pouvait avoir sur le fonctionnement du système de contrôle des ballasts. Cette ignorance du fonctionnement de l'équipement de contrôle des ballasts et des dangers que représentaient ses composants pour la plate-forme elle-même a été, selon toute probabilité, la raison pour laquelle on a omis de faire rapport des dommages à la base terrestre. L'analyse finale a révélé que c'est cette ignorance qui a été à la base des mesures ayant contribué à la perte de l'installation plutôt qu'à sa sauvegarde.

DOMMAGES SUBIS PAR LA CONSOLE DE CONTRÔLE DES BALLASTS

L'examen du panneau schématique et des interrupteurs récupérés a fourni une indication que l'on ne peut mettre en doute concernant la distribution de l'eau sur le panneau de contrôle des ballasts et sur l'étendue des dommages subis par ce dernier. Les essais ont démontré que les ampoules des lampes témoins qui *n'ont pas* fait défaut ont résisté parce que l'eau de mer qui se trouvait partout ailleurs dans le commutateur a permis au courant de 115 volts de passer par ce tracé de rechange qu'elle lui fournissait plutôt que de passer dans les filaments des ampoules de 24 volts, les protégeant ainsi des effets de la surtension. Ces ampoules intactes étaient réparties de façon erratique sur tout le panneau, indiquant de ce fait une vaste distribution horizontale de l'eau. Aucune des ampoules endommagées n'avait été remplacée, et la possibilité de courts-circuits continus dans les boîtiers des interrupteurs indique que le circuit des lampes témoins de 24 volts n'a jamais été remis en état de fonctionnement normal. Une autre indication des effets de l'eau de mer sur le panneau schématique a été fournie par les dommages visibles causés par brûlure et fusion au niveau de la base de plastique de l'interrupteur P-19 qui contrôlait une soupape télécommandée du côté du refoulement de la pompe d'eau de forage de bâbord. Ces dommages ont été causés par l'eau de mer qui s'est ramassée à la base de l'interrupteur en quantité suffisante pour entraîner une fusion aussi importante que celle qui a été décelée. Rien n'a indiqué que l'on avait fait une tentative quelconque pour remplacer cet interrupteur qui était hors d'état lorsqu'on l'a récupéré de l'épave.

On a découvert qu'une ampoule de 18 volts de chaque paire d'interrupteurs de pompes avait grillé, encore une fois en raison d'une surtension qui, dans ce cas, a eu lieu à l'intérieur de ces interrupteurs eux-mêmes. Pour que l'eau ait pu pénétrer dans les interrupteurs de pompes touchés, il a fallu qu'elle soit largement distribuée horizontalement sur tout le panneau. Seulement 10 des 24 interrupteurs de pompes étaient complètement assemblés lorsqu'on les a récupérés et, parmi ces derniers, seules les paires d'interrupteurs contrôlant les pompes de bâbord #3 et #5 étaient complètes. Quatorze interrupteurs ne comportaient pas de voyants de couleur et, dans certains cas, les protecteurs des voyants avaient également disparu. Il est difficile d'utiliser un interrupteur lorsqu'il n'est pas muni d'un voyant. D'après l'état de ces interrupteurs, il est évident qu'ils n'avaient pas été remis en état avant l'évacuation de la plate-forme.

Les essais effectués par le LTSA sur des interrupteurs de contrôle de soupapes neufs afin de déterminer leur sensibilité à l'eau de mer ont démontré que l'eau pouvait affecter le circuit des lampes témoins directement. Cet effet pourrait être causé soit par l'établissement d'un pont entre les contacts situés à la base de chaque

ampoule, soit par l'établissement d'un pont entre les tiges inférieures de ces contacts montés à l'intérieur même des boîtiers des interrupteurs. Il serait possible d'enlever l'eau des contacts des ampoules à la base de ces dernières en enlevant le plongeur du bouton-poussoir et en asséchant la cavité. Cependant, si bon nombre d'interrupteurs étaient touchés, il aurait été impossible d'enlever l'eau de l'intérieur de l'interrupteur lui-même dans l'intervalle dont l'équipage disposait. Il était possible d'atteindre, non sans difficultés, les connexions soudées à la base des interrupteurs à partir du dessous du panneau schématique. Sans casser ces connexions soudées, il était impossible soit de lever l'ensemble des interrupteurs du panneau schématique, soit de démonter ces derniers pour enlever l'eau de l'intérieur des boîtiers.

Les essais du LTSA ont également confirmé que de l'eau peut pénétrer dans les micro-contacts montés dans la base de l'interrupteur de commande d'une soupape et entraîner un court-circuit qui fait ouvrir la soupape télécommandée correspondante si et quand l'alimentation électrique et l'alimentation en air comprimé du panneau sont en circuit. L'ouverture d'une combinaison appropriée de ces soupapes permettrait à l'eau d'entrer dans un ou dans plusieurs réservoirs de ballast à partir de la mer, ou encore au lest de passer par gravité d'un réservoir à l'autre; par exemple, l'ouverture de la soupape télécommandée (#32) de prise d'eau de mer et de la soupape collectrice (#20) dans un ponton, en plus de n'importe quelle soupape de réservoir de ballast dans le même ponton, permettrait à l'eau de mer de noyer ce réservoir en particulier. L'ouverture de deux soupapes de réservoirs de ballast dans le même ponton permettrait le transfert entre ces réservoirs, compte tenu des quantités d'eau relatives dans ces derniers et de l'inclinaison de la plate-forme.

L'avocat-conseil d'ODECO a fait remarquer que les micro-contacts récupérés de l'épave ne présentaient aucun signe de jaillissement d'étincelles, de brûlure ou de court-circuitage dûs à l'eau de mer. Il a cherché à démontrer, comme on l'a su précédemment, qu'une faible quantité d'eau avait pénétré dans la salle de contrôle des ballasts et que, par conséquent, aucun micro-contact n'avait jamais été court-circuité par l'eau de mer. Même s'il n'a pas été possible, après un examen des micro-contacts récupérés, de déterminer si de l'eau avait pénétré dans les interrupteurs avant le chavirement[3], les essais du LTSA ont clairement démontré que de l'eau peut facilement s'infiltrer dans ces dispositifs et les court-circuiter. Il a été déterminé que de l'eau avait de fait pénétré dans certains micro-contacts du panneau schématique. Une fois que de l'eau s'est infiltrée dans un micro-contact, il est virtuellement impossible de la faire disparaître avant d'avoir sorti le micro-contact du boîtier de l'interrupteur et l'avoir fait sécher longtemps. La preuve démontre clairement que les micro-contacts n'ont pas été retirés du boîtier des interrupteurs ni démontés de quelque manière, et que toute l'eau qui aurait pénétré dans les micro-contacts y était toujours au moment du naufrage.

La sensibilité de la console de contrôle des ballasts et de ses composants à l'eau de mer constituait, comme on l'a vu plus haut, une déficience dans sa conception. Si tous les composants sans exception avaient été scellés et destinés à un usage en milieu marin, la possibilité d'infiltration d'eau dans les interrupteurs aurait été éliminée. Le panneau schématique a été conçu de façon à ce que l'opérateur puisse commander les soupapes et les pompes au moyen d'interrupteurs et surveiller leur fonctionnment au moyen de lampes témoins. Les dommages subis par le panneau ont affecté le fonctionnement tant du circuit de surveillance que celui du circuit de commande. Si l'on avait prévu séparer ces fonctions, la possibilité d'erreur humaine aurait été grandement réduite.

[3]L'examen des interrupteurs soumis aux essais et qui ont été court-circuités n'a révélé aucun indice de jaillissement d'étincelles ni de dommages par brûlure, et en conséquence l'état des micro-contacts récupérés ne permet pas, en lui-même, de confirmer ou de rejeter la possibilité d'une infiltration.

Les témoignages entendus et la preuve technique permettent de tirer un nombre de conclusions fermes concernant les événements des 14 et 15 février 1982. Cependant, en l'absence de preuve directe, certaines conclusions sont fondées sur des hypothèses dérivées de modes de comportement et de pratiques établis.

Au cours des audiences publiques, la réaction immédiate probable de l'opérateur de la salle de contrôle des ballasts face à l'éclatement du hublot, a reçu beaucoup d'attention. Pendant les travaux de plongée, on a constaté que tous les contre-hublots étaient fermés. Il est généralement convenu que la première réaction de l'opérateur aurait été de fermer le contre-hublot du hublot endommagé afin d'arrêter l'inondation de la salle de contrôle. Il se serait probablement trouvé devant un panneau de contrôle des ballasts non éclairé, exception faite de l'ampoule de 115 volts et possiblement des ampoules d'un ou de plusieurs interrupteurs de pompes. L'eau de mer aurait immédiatement court-circuité la plupart des ampoules, sinon toutes, en se ramassant soit au niveau de leurs contacts soit dans le boîtier des interrupteurs. Ces courts-circuits auraient entraîné une charge 20 fois supérieure à la charge normale et fait griller les fusibles du circuit des ampoules de 24 volts[4].

Il est peu probable que l'opérateur en poste aurait coupé immédiatement l'alimentation électrique ou pneumatique du panneau étant donné que ces deux mesures auraient nécessité l'ouverture de la console de contrôle des ballasts au risque de toucher à l'équipement électrique mouillé. L'opérateur aurait normalement demandé de l'aide en utilisant le système de hauts-parleurs, mais ce dernier avait été mis hors d'état par l'eau de mer. Le poste radio VHF portatif de la salle de contrôle a été utilisé pour rapporter qu'il y avait de l'eau et de la vitre dans la pièce et le chef de chantier de forage, Thompson, a ordonné à l'équipage «de descendre dans la salle et de la nettoyer». L'électricien aurait rapidement coupé l'alimentation électrique du panneau probablement en utilisant le disjoncteur monté à l'intérieur du panneau, ou peut-être au niveau du tableau de secours situé dans la salle des génératrices au niveau du pont inférieur.

Dans les conversations radio VHF entendues par hasard, il était également question de rapports faits au chef de chantier de forage concernant l'état de l'équipement de la salle de contrôle des ballasts. On a parlé du mauvais fonctionnement du système de hauts-parleurs, du panneau de détection des gaz, ainsi que de décharges électriques, ou du risque de recevoir des décharges d'autres appareils. Un commentaire portait sur des «soupapes qui s'ouvraient d'elles-mêmes». D'autres témoignages ont révélé qu'on avait parlé de soupapes «qui s'ouvraient et se fermaient». À cause du montage de l'équipement électrique de la console de contrôle des ballasts, il est impossible qu'une soupape se ferme électriquement d'elle-même après qu'un court-circuit l'ait fait ouvrir[5]. Au cours des opérations normales, la soupape se ferme et reste fermée une fois que l'interrupteur «close» est enfoncé momentanément. Cependant, lorsque de l'eau s'est infiltrée dans le micro-contact dans l'interrupteur «open», l'interrupteur «close» doit être enfoncé et maintenu en position manuellement pour que la soupape se ferme, car autrement, cette dernière revient à la position ouverte dès que le bouton-poussoir est relâché.

Nous croyons que, quels que soient les mots utilisés lorsqu'il a été question de «soupapes qui s'ouvraient d'elles-mêmes», l'opérateur a réagi au scintillement ou à l'extinction désordonné des lampes témoins de position des soupapes. Dans les minu-

[4]Le circuit des ampoules de 24 volts alimentant les lampes témoins comportait des fusibles de 20 ampères de chaque côté. Chaque ampoule portait normalement un courant de 0,04 ampère. Un court-circuit entraîné par l'eau salée crée un courant de 0,6 à 0,8 ampère au niveau de chaque court-circuit. Des courts-circuits localisés à environ 30 endroits suffiraient donc à surcharger le circuit et feraient griller le fusible.

[5]Le micro-contact dans l'interrupteur «open» était câblé en configuration «normalement ouvert». Un court-circuit dans ce micro-contact aurait le même effet que si l'opérateur enfonçait l'interrupteur. Le micro-contact dans l'interrupteur «close» était câblé en configuration «normalement fermé». Un court-circuit dans ce micro-contact aurait rendu la fermeture de la soupape associée en enfonçant l'interrupteur.

7.4 Une des quatre sections du panneau schématique récupérées de l'épave. Plusieurs dispositifs de mise en place en plexiglass ont été enlevés et perdus pendant les travaux de récupération.

tes qui ont suivi, il a rapporté que «tout allait bien». Ces propos au sujet des soupapes qui s'ouvraient pourraient avoir été tenus pour l'une ou l'autre des raisons suivantes :

1. scintillement et afaiblissement des ampoules d'une façon erratique à mesure qu'elles grillaient en raison de la surtension provenant du circuit de 115 volts, probablement causée par un court-circuit au niveau de P-19, ou

2. court-circuit erratique des micro-contacts entraînant l'extinction des ampoules lorsque les soupapes ont commencé à s'ouvrir (seulement si le circuit de 24 volts fonctionnait).

L'un ou l'autre de ces effets est possible mais le premier est le plus vraisemblable. La réaction immédiate de l'opérateur en voyant les lampes témoins changer aurait été de croire que les soupapes s'ouvraient. Le refus de toute lampe témoin verte (open) de s'allumer en 20 à 40 secondes, couplé peut-être avec l'arrêt de l'alimentation électrique du panneau, aurait fait dire à l'opérateur que les soupapes fonctionnaient correctement. Bien qu'un ou plusieurs micro-contacts puissent avoir été court-circuités pendant ce court intervalle avant l'arrêt de l'alimentation électrique, il n'y a pas d'indice d'un changement quelconque dans l'assiette de la plate-forme à cet instant, et l'on juge que si les soupapes télécommandées avaient été ouvertes, elles n'auraient pas permis qu'une quantité d'eau notable pénètre dans les réservoirs de ballasts ou passe entre ces derniers par gravité. Cependant, il se peut que pendant les quelques minutes précédant l'arrêt de l'alimentation, un court-circuit produit par l'eau à la base de l'interrupteur P-19 ait entraîné une fuite de 115 volts dans le circuit des lampes témoins de 24 volts, ce qui a fait griller, à cause de la surtension, 64 ampoules non protégées. George Granger, un électricien de l'*Ocean Ranger*, a déclaré croire que l'équipage aurait probablement pensé que le problème se situait au niveau des lampes témoins, causé par l'eau qui s'était ramassée dans les contacts électriques à la base de chaque ampoule.

Selon les conversations entendues, l'équipage s'est d'abord occupé du nettoyage de l'eau et de la vitre et a vérifié l'état de l'équipement de la salle de contrôle des ballasts. Après avoir évalué ce qui ne fonctionnait pas dans la console de contrôle des ballasts, la première chose que ferait l'électricien serait d'enlever les couvercles des 192 interrupteurs[6] et lampes témoins du panneau schématique et d'assécher chacune des cavités des douilles des ampoules et des interrupteurs, tâche qui prendrait plusieurs heures. Le technicien en électronique serait également présent dans la salle de contrôle des ballasts, procédant à des tests et réparant, le cas échéant, le circuit des hauts-parleurs et le panneau de détection des gaz. Étant donné qu'aucune des lampes témoins n'a été remplacée et que 14 des 24 interrupteurs de pompes étaient démontés dans le panneau qui fut récupéré, il est manifeste que les travaux de maintenance n'étaient pas terminés au moment de l'abandon de la plate-forme.

L'avocat-conseil d'ODECO a laissé entendre que, compte tenu du rapport de Jacobsen fait à 22 h ce soir-là disant que tout fonctionnait normalement, la console de contrôle des ballasts avait été, à ce moment-là, remise en état de fonctionner normalement. Ce rapport, de même que la déclaration de Jacobsen affirmant que les tensions des ancres étaient de l'ordre de 240 000 livres, ne peuvent pas être acceptés sans réserve. Dans les conditions de tempête qui prévalaient, les tensions des ancres différeraient largement, alors que l'état du panneau récupéré indique clairement qu'après la rupture du hublot, le panneau n'a été en aucun temps remis en état normal de fonctionnement.

L'avocat-conseil d'ODECO a également avancé que l'*Ocean Ranger* avait fini de déballaster à un tirant d'eau de 72 pieds, peu après 22 h 15 le 14 février, afin de prévenir tout dommage supplémentaire aux hublots de la salle de contrôle des ballasts ainsi qu'aux structures et à l'équipement du pont supérieur, et que ce déballas-

[6]Le panneau de contrôle des ballasts comprenait 168 lampes témoins de position des soupapes et 24 lampes témoins d'interrupteurs de pompes.

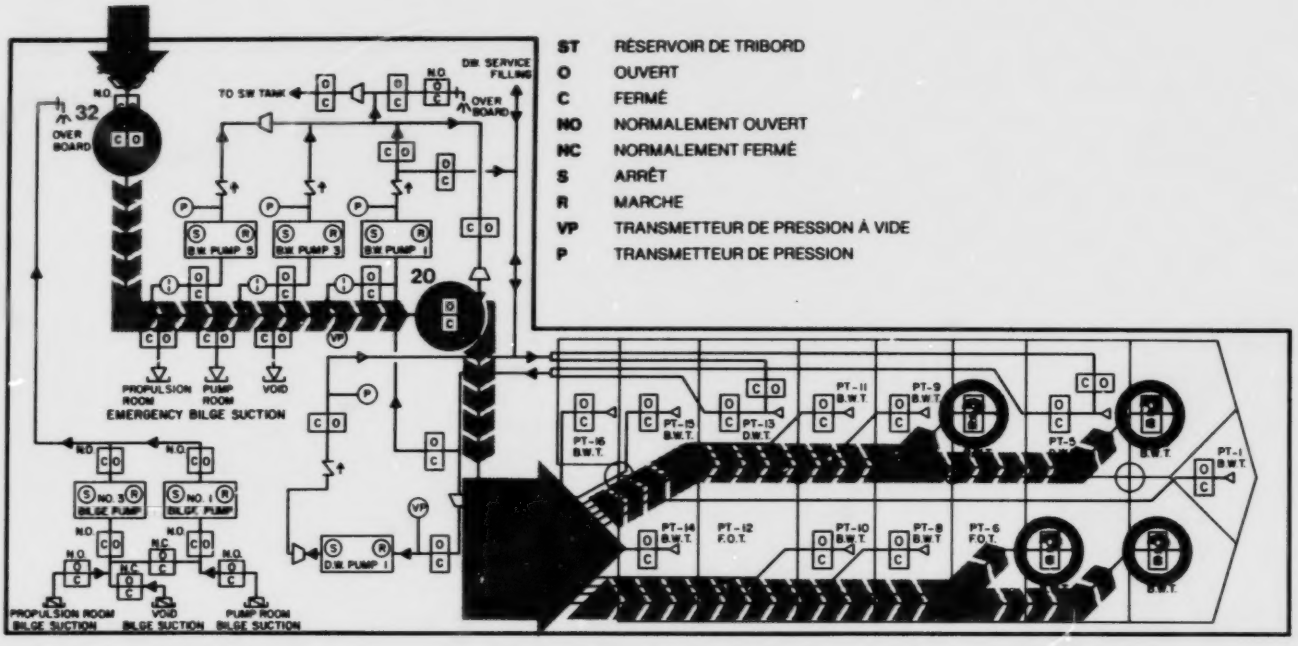
tage, qui a duré à peu près une heure, avait été fait en pompant l'eau des réservoirs # 10 de bâbord et de tribord. L'opération aurait été réalisée alors que le panneau schématique fonctionnait normalement, bien que quelques-unes ou toutes les lampes témoins fussent éteintes. Il a soutenu que cette conclusion se fondait sur les résultats du programme d'essais de modèles au cours duquel on a réussi à reproduire un chavirement uniquement à partir d'un tirant de 72 pieds, et sur les sondages des réservoirs, particulièrement sur ceux du réservoir de ballast PT-10.

La tentative de reproduire le chavirement a été un des aspects les plus difficiles du programme d'essais de modèles, et seulement un des 88 essais réalisés à cette fin a réussi (Appendice F-5). Il a été déterminé qu'il est peu probable que la plate-forme ait chaviré à un tirant d'eau excédant 80 pieds. Par conséquent, il semblerait que le chavirement s'est produit à un tirant se situant entre 80 pieds et 72 pieds. Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, toutes les tentatives de faire concorder les résultats des sondages des réservoirs avec les contenus des réservoirs consignés dans le rapport de stabilité du 14 février, n'ont pas été concluantes. Il semble que pendant le chavirement et l'enfoncement subséquent de la plate-forme, le contenu de chaque réservoir a subi un changement considérable en raison de l'inondation par les lignes d'évacuation, ou du transfert du contenu par l'intermédiaire de soupapes ouvertes ou qui fuyaient, ou encore à cause de dommages possibles aux cloisons entre les réservoirs. Il n'y a également pas de preuve d'un degré quelconque d'erreur dans les sondages eux-mêmes, soit dans la position de la jonction air-eau ou encore dans la mesure de la profondeur d'eau jusqu'à la quille. La possibilité d'erreur est particulièrement évidente dans le cas de PT-10, car lorsqu'on a extrapolé de nouveau le volume d'air qui se trouvait piégé à l'intérieur afin d'obtenir le volume d'air équivalent à la surface de la mer, le volume résultant était supérieur au volume d'air du réservoir. Il a été convenu sur la base de ces facteurs que les sondages des réservoirs n'étaient pas suffisamment exacts pour servir de fondement aux conclusions concernant la perte de l'installation de forage.

LA PREMIÈRE GÎTE

Il a été déduit que l'alimentation électrique du panneau a été remise en circuit entre 0 h 30 et 0 h 45. On ne connaîtra jamais avec certitude la raison de cette mesure, mais il se peut que l'on ait agi ainsi afin de pouvoir juger de l'état des ampoules tant des interrupteurs des soupapes que des interrupteurs des pompes. Les témoignages ont révélé qu'il est impossible de déterminer à l'oeil nu si un filament est cassé ou non. En conséquence, il faudrait que l'alimentation électrique soit en circuit afin de pouvoir constater l'état des ampoules. Il est également possible que le panneau ait été remis sous tension, même sans lampes témoins, pour déballaster à un tirant moindre, afin que l'équipement sous-marin ne soit pas endommagé à cause du tangage accru, ou encore afin de neutraliser la direction et l'intensité du vent et des vagues. La preuve documentaire révèle que, tel que la *Zapata Ugland* l'a consigné, le tangage a continué d'augmenter jusqu'à minuit, alors que le tangage enregistré à bord de la SEDCO 706 atteignait son maximum à 23 h. Il est possible que l'*Ocean Ranger* puisse avoir été touché de la même manière mais, comme nous l'avons vu plus haut, la plate-forme n'avait jamais déballasté auparavant pour cette raison. Cependant, si l'équipage avait relâché les amarres sous le vent en raison des tensions croissantes auxquelles elles étaient soumises, ou s'il avait jeté par-dessus bord ou déplacé de la boue ou de l'eau de forage, du mazout ou du chargement en pontée à cause de la forte tempête qui sévissait, peut-être a-t-il fallu faire fonctionner le système de ballasts pour compenser le déplacement de ces forces ou de ces poids.

Quelle qu'ait pu être la raison de la mesure prise, la remise en circuit de l'alimentation électrique a court-circuité des micro-contacts au hasard, ce qui a fait ouvrir les soupapes télécommandées associées. On sait que la plate-forme a donné



7.5 L'ouverture accidentelle des soupapes de ballast P-32 et P-20 a permis à l'eau de mer d'entrer dans le collecteur commun menant aux réservoirs du ponton de bâbord. L'ouverture des soupapes menant à un ou à plusieurs des réservoirs avant a rapidement entraîné une gîte de 4 à 5 degrés par bâbord avant.

PT
RÉSERVOIR DE BÂBORD
DW SERVICE FILLING
TUYAUTERIE DE SERVICE EAU DE FORAGE
OVERBOARD
REFOULEMENT PAR DESSUS-BORD
BW PUMP
POMPE D'EAU DE BALLAST
BWT
RÉSERVOIR D'EAU DE BALLAST
DWT
RÉSERVOIR D'EAU DE FORAGE
FOT
RÉSERVOIR DE COMBUSTIBLE
DW PUMP
POMPE D'EAU DE FORAGE
PUMP ROOM BILGE SUCTION
ASSÈCHEMENT CHAMBRE DES POMPES
VOID BILGE SUCTION
ASSÈCHEMENT ESPACE VIDE
PROPULSION ROOM BILGE SUCTION
ASSÈCHEMENT CHAMBRE DE PROPULSION
VOID
ESPACE VIDE
TO SW TANK
VERS RÉSERVOIR D'EAU DE MER
PUMP ROOM
CHAMBRE DES POMPES
EMERGENCY BILGE SUCTION
POMPE DE CALE DE SECOURS
PROPULSION ROOM
CHAMBRE DE PROPULSION
SEA CHEST
PRISE D'EAU DE MER
BILGE PUMP
POMPE DE CALE

soudainement de la gîte par bâbord avant, et l'on a conclu que la cause de cette gîte était due à l'entrée de l'eau de mer dans le ponton de bâbord. Pour qu'une telle chose ait pu se produire, les micro-contacts court-circuités doivent avoir inclus au moins P-32 (la soupape télécommandée de prise d'eau de mer), P-20 (la vanne à quatre voies ou soupape collectrice) et au moins un réservoir de ballast avant dans le ponton de bâbord. L'ouverture de ces trois soupapes ferait immédiatement entrer de l'eau de mer dans un réservoir de ballast de bâbord avant. L'incident du 6 février mettait en cause une inondation accidentelle par l'eau de mer pendant le pompage et, en moins de quelques minutes, il en avait résulté une inclinaison contraire de 6 degrés par bâbord[7]. Sans le pompage compensateur, la réaction de la plate-forme à une inondation par l'eau de mer serait évidemment beaucoup plus rapide.

En remarquant l'assiette, l'opérateur de ballasts aurait encore coupé l'alimentation électrique du panneau, fermant ainsi toutes les soupapes ouvertes en moins de 20-40 secondes. Avant que l'alimentation ne soit coupée et même si quelques minutes seulement s'étaient écoulées, l'eau aurait pénétré en quantité suffisante dans le ponton de bâbord pour entraîner une gîte par bâbord et probablement une inclinaison de 4 ou 5 degrés par l'avant. Cette assiette qui excédait probablement 4 degrés dans les conditions de mer et de vent qui prévalaient, combinée au tangage et au roulis naturels de la plate-forme, donnerait une inclinaison avant maximale d'entre 8 et 10 degrés, chiffre dont Jacobsen a fait part à Graham à 01 h. Toutefois, l'appel de Jacobsen en était un «d'avertissement» seulement, sans qu'il fut question d'un Mayday ou d'une évacuation à ce moment-là, ce qui indique que, quelle qu'ait été la défectuosité, l'équipage croyait pouvoir la localiser et la corriger. Après avoir coupé l'alimentation, toutes les soupapes qui s'étaient ouvertes se seraient refermées et la plate-forme aurait semblé se stabiliser. On aurait alors pris les mesures pour la remettre d'aplomb. Dans pareil cas, il est évident qu'on aurait tenté de chasser l'eau du ou des réservoirs de bâbord avant.

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, l'avocat-conseil d'ODECO a soutenu que les micro-contacts n'avaient pas été court-circuités. Il a plutôt suggéré

[7]Cet incident est examiné au chapitre 4.

que vers 0 h 30 le 15 février, l'opérateur des ballasts a inséré 18 tiges de commande manuelle comme mesure de précaution afin de s'assurer que les soupapes restent fermées. Nous avons vu précédemment que l'équipage croyait, à tort, que l'insertion d'une tige ferait fermer une soupape. Le contraire était exact. Les calculs par ordinateur faits par M. Ralph Loomis, ingénieur d'ODECO, indiquent qu'après l'insertion des tiges de laiton, le transfert par gravité du contenu des réservoirs entre ces derniers aurait finalement entraîné une inclinaison prononcée de 18 à 22 degrés par l'avant, angle auquel les puits aux chaînes et les espaces avant de la coque supérieure pourraient être inondés. Ce transfert par gravité se produirait presque imperceptiblement pendant environ 20 minutes et, par la suite, l'inclinaison s'accentuerait d'approximativement un degré par minute jusqu'à ce que le transfert par gravité soit terminé. Une inclinaison de 6 à 8 degrés aurait été atteinte après quelque 30 minutes. Réagissant à cette inclinaison dès qu'elle serait devenue évidente, l'opérateur des ballasts aurait alors coupé l'alimentation électrique du panneau. Les jauges de niveau des réservoirs, placées dans la salle de contrôle, auraient porté à confusion, étant donné qu'elles ne fournissaient pas une lecture précise lorsque la plate-forme était inclinée, et qu'elles indiquaient un transfert apparent de ballast alors qu'il ne s'en était produit aucun. L'avocat-conseil a prétendu que l'alimentation électrique du panneau aurait alors été remise en circuit afin de faire fonctionner les pompes pour ré-équilibrer l'assiette de la plate-forme.

Il est difficile d'admettre l'argument de l'avocat-conseil d'ODECO prétendant que l'opérateur des ballasts insérerait les tiges de commande manuelle comme mesure de précaution si la console de contrôle des ballasts fonctionnait normalement. Les opérateurs à bord n'avaient jamais utilisé les tiges et, en conséquence, il est fortement improbable qu'ils les auraient utilisées, surtout, comme ODECO l'a laissé entendre, au moment où le déballastage était terminé et où aucune autre opération de ballastage n'était nécessaire ou prévue. L'insertion des tiges comme mesure de précaution suppose un degré de planification et de réflexion qui ne correspond pas à la manière dont les tiges ont été réellement utilisées. Puisque l'équipage a dû se rendre compte qu'il n'y avait pas assez de tiges pour terminer le travail, il est illogique de prétendre qu'on aurait utilisé ses tiges pour réaliser une opération planifiée. L'insertion de trois tiges dans les soupapes à commande par solénoïdes contrôlant les réservoirs d'eau de forage révèle également un travail fait à la hâte et non planifié. En outre, l'équipage savait que l'alternative consistant à couper l'alimentation électrique du panneau entraînerait la fermeture de toutes les soupapes. Par conséquent, il est peu probable qu'il aurait eu recours à une mesure de précaution jamais appliquée auparavant. Si les tiges avaient été insérées comme mesure de sûreté après l'utilisation du panneau pendant une heure pour déballaster, cela aurait été à l'encontre des modes de comportement établis des opérateurs des ballasts dans des conditions normales. De plus, puisque l'avocat-conseil d'ODECO prétend que le panneau fonctionnait normalement, l'insertion des tiges aurait été la seule mesure inhabituelle

7.6 Un des six bancs de soupapes à solénoïdes retirés de la console de contrôle des ballasts. Plusieurs tiges de laiton ont été cassées au cours des opérations de récupération, ne laissant que le coussinet de laiton et une partie de la tige filetée à la partie avant du boîtier de la soupape. La soupape à l'extrême droite comporte un obturateur anti-poussière en plastique.

prise affectant le panneau. Par conséquent, il est possible qu'on se serait rendu compte que l'insertion de ces tiges contribuait au déséquilibre et, dans ce cas, l'équipage les aurait sans doute retirées. La preuve a révélé qu'aucune des tiges n'était de fait enlevée et que l'équipage «essayait de localiser le problème». L'insertion des tiges, comme on les a trouvées, ne pouvait résulter qu'en un transfert par gravité. Cela modifie le moment longitudinal du ballast mais n'a pas d'effet sur le moment transversal, c'est-à-dire qu'un mouvement de l'eau vers l'avant dans le ponton de bâbord entraînerait une inclinaison avant et non pas une gîte par bâbord. Les rapports faisant état d'une gîte par bâbord sont incompatibles avec les problèmes causés uniquement par transfert par gravité sans envahissement par l'eau. Par conséquent, il faut que la plate-forme ait embarqué de l'eau de mer et qu'il n'y ait pas eu uniquement un transfert par gravité comme ODECO l'a laissé entendre.

LES CONTRE-MESURES DE L'ÉQUIPAGE

En tenant compte de la suite des événements après la remise du panneau sous tension entre 0 h 30 et 0 h 45, l'équipage peut bien avoir cru qu'une défaillance électrique s'était produite dans le système de commutation. Le souvenir de l'incident du 6 février étant encore frais, l'équipage aurait empêché tout envahissement supplémentaire par l'eau de mer, puis il aurait pompé. Étant donné que le panneau avait fait défaut et que, selon les membres de l'équipage, les soupapes s'étaient ouvertes, ils auraient, par mesure de sécurité, fermé les deux soupapes manuelles de prise d'eau de mer avant de remettre le panneau sous tension pour faire fonctionner les pompes. La fermeture de ces soupapes aurait prévenu tout envahissement supplémentaire par l'eau. L'équipage aurait cru que l'état de la plate-forme s'était stabilisé et qu'il n'y aurait pas de danger à réalimenter le panneau. Bien que dans d'autres conditions la possibilité de transfert par gravité du contenu des réservoirs puisse avoir été envisagée, il est peu probable que l'on ait jugé cela possible si les pompes avaient fonctionné au même moment.

L'absence des lampes témoins n'aurait pas nécessairement empêché l'équipage de remettre le panneau sous tension afin de chasser l'eau. Une inclinaison atteignant 8 à 10 degrés pendant une tempête susciterait de l'effroi, et priorité serait donné au rétablissement de l'équilibre[a]. En outre, l'opération de pompage n'était pas complexe, nécessitant uniquement l'ouverture de quatre soupapes pour chasser l'eau d'un réservoir en utilisant une pompe. L'autre mesure serait de remonter un ou plusieurs interrupteurs de pompes. Sur le panneau récupéré de l'épave, seuls les interrupteurs des pompes #3 et #5 de bâbord étaient complètement assemblés. Manifestement, l'équipage avait l'intention de pomper à partir du côté bâbord de la plate-forme. Ces interrupteurs étaient remontés même si leurs voyants rouges ou «stop» étaient cassés. Les soupapes manuelles de prise d'eau de mer étant fermées, l'alimentation a été remise en circuit et l'on a enfoncé les interrupteurs des soupapes et des pompes appropriées pour commencer le pompage à partir d'un ou de plusieurs réservoirs de bâbord avant, probablement en utilisant une seule pompe pour commencer. Aucune lampe témoin n'aurait été visible ou allumée, à l'exception peut-être du voyant «run» des pompes. La remise de l'alimentation aurait provoqué encore une fois des courts-circuits dans tous les micro-contacts affectés et, par voie de conséquence, l'ouverture de nouveau des soupapes des ballasts. Les interrupteurs des réservoirs de bâbord arrière étaient très rapprochés du hublot défoncé et il est très probable que les micro-contacts contrôlant les soupapes d'un ou plus des réservoirs P14, 15 et 16 étaient court-circuités. Le matin du 14 février, PT-15 et 16 étaient pleins à 100 % alors que PT-14 ne l'était qu'à 67,9 %. PT-10 et 11, situés tous deux à l'arrière de la ligne médiane, étaient également pleins à 100 %.

[a]Lors de l'incident du 6 février, on avait ordonné à l'équipage de se rendre aux postes d'abandon.

7.7 Une des quatre sections du panneau schématique retirées de la console de contrôle des ballasts. Seuls les interrupteurs des pompes #3 et #5 de bâbord ont été remontés.

La plate-forme étant inclinée de 8 à 10 degrés par bâbord avant et les réservoirs arrière étant plus près de la chambre des pompes que les réservoirs avant, toute tentative de chasser l'eau d'un réservoir avant aurait été futile tant qu'un réservoir plein ou partiellement plein était ouvert sur la canalisation de l'aspiration. L'eau aurait été aspirée d'abord du réservoir arrière et cela aurait eu pour effet d'augmenter l'inclinaison avant et d'accroître le tirant moyen de la plate-forme. L'équipage aurait constaté que les jauges d'entrée et de refoulement de la pompe, ainsi que l'ampèremètre, indiquaient un débit positif mais que l'inclinaison vers l'avant s'accentuait toujours. La réaction probable serait d'ajouter une autre pompe. Ceci augmenterait le débit à partir des réservoirs arrière et accélérerait le rythme de l'inclinaison.

Le débit des pompes déterminerait si un transfert par gravité se produisait ou non dans le ponton de bâbord entre les réservoirs ayant leurs soupapes ouvertes. Il n'y a pas de preuve qu'il y ait eu pompage à partir du ponton de tribord et, en conséquence, il est très probable qu'il y a eu transfert par gravité entre des réservoirs ouverts par mégarde dans ce ponton. Tout transfert avant par gravité n'aurait fait naturellement qu'accélérer le rythme de l'inclinaison avant. Qu'un pompage à partir du ponton de bâbord ait été tenté avec un certain succès est confirmé par le fait qu'au moment où le *Boltentor* s'est approché de l'arrière de l'*Ocean Ranger*, la plate-forme semblait équilibrée transversalement. La gîte par bâbord avait été apparemment corrigée, et la seule conclusion valable est que cela a été fait en chassant l'eau de ce ponton-là.

L'opération de pompage ou l'opération prévue de pompage a peut-être été relayé par Jacobsen à Graham à 01 h. En parlant au SAREC juste après la conversation qu'il a eu avec Jacobsen, Graham dit :

> Oui, et ils sont enfoncés de 8 ou de 10 pieds. Ils essaient de ballaster – essaient de localiser . . . euh . . . le problème, mais . . . euh . . . jusqu'à présent, ils n'ont pas . . . euh . . . n'ont pas été capables de le trouver. . . . euh . . . ils ne savent pas où – où se trouve le problème.

Si Graham ne se souvenait pas d'avoir parlé de «ballastage», et puisqu'il répète les paroles de Jacobsen en parlant de «pieds» et de «localiser le problème», il est très probable que Jacobsen a dit «ils essaient de ballaster». Étant donné les mesures correctives appliquées pour fermer les soupapes manuelles de prise d'eau de mer et comme l'équipage réalisait que le pompage était sans effet, on a demandé au *Seaforth Highlander* à 01 h 05 de se rapprocher de la plate-forme. L'inclinaison s'accentuant toujours, on a lancé le Mayday à 01 h 09.

À ce moment-là, l'équipage aurait été incapable d'expliquer pourquoi l'assiette s'accentuait toujours et il aurait peut-être pensé que la structure était endommagée ou que des soupapes avaient été ouvertes par mégarde. Comme première réaction, on aurait laissé les pompes fonctionner et inséré les tiges de commande manuelle en laiton afin de tenter de fermer les soupapes que l'on croyait grippées en position ouverte. En fait, on les a ouvertes en insérant ces tiges.

Bien des gens ont réfléchi sur la configuration des tiges de laiton insérées dans les soupapes afin de trouver une explication ou des preuves des intentions de l'équipage. On s'accorde généralement pour dire qu'on ne peut expliquer la raison de la configuration relevée si ce n'est qu'une tentative de dernière minute a été faite pour fermer toutes les soupapes. Les tiges étaient insérées du côté gauche, à partir du côté droit du banc de solénoïdes où se trouvait la boîte de tiges.

On peut également supposer que lorsque l'équipage a cru que les problèmes étaient dûs à des soupapes «grippées en position ouverte», il a décidé de laisser ouverts uniquement les réservoirs appropriés pour chasser l'eau du côté bâbord. L'insertion des tiges indique une certaine confusion relativement aux soupapes à

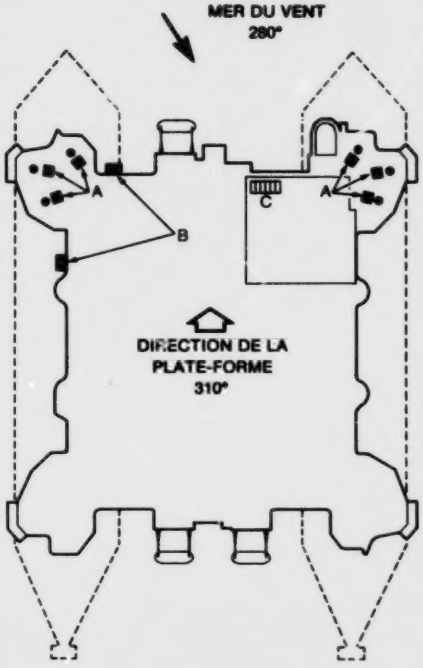
commande par solénoïdes associées aux réservoirs d'eau de forage, mais généralement les réservoirs de ballast de tribord sont «fermés» tout comme c'est le cas de la plupart des réservoirs de bâbord arrière. On n'a pas «fermé» tous les réservoirs de bâbord arrière peut-être bien parce qu'on ne disposait pas de toutes les tiges nécessaires. On ne peut expliquer pourquoi on a inséré la tige commandant le réservoir #2 de bâbord avant.

Quoi qu'il en soit, l'insertion des tiges manuelles ferait ouvrir toutes les soupapes associées qui ne seraient pas encore ouvertes, ajoutant ainsi à la possibilité d'un transfert par gravité vers l'avant et accentuant l'assiette. À 01 h 09 ou avant, l'équipage aurait constaté que malgré le pompage, le fait de fermer et les soupapes manuelles de prise d'eau de mer et la plupart des soupapes des réservoirs de ballast, faisait empirer l'état de la plate-forme et, en conséquence, on a rapporté une forte gîte de 12 à 15 degrés par bâbord comme «s'accentuant». Les essais des modèles ont démontré qu'à ce point, les puits aux chaînes commenceraient à être inondés, ce qui accélérerait le rythme du déséquilibre.

Lorsque la partie avant du pont supérieur s'est abaissée, le matériel et les installations qui s'y trouvaient ont été exposés à la rigueur des vagues. Les hangars des tiges de forage et de stockage auraient été balayés par-dessus bord et les tuyaux d'air menant au secteur d'entreposage des sacs du pont inférieur auraient été cassés, permettant ainsi à l'eau d'inonder ce secteur. L'un de ces tuyaux d'air se trouvait sur la proue du côté bâbord, alors qu'un autre était situé du côté bâbord à l'avant. Nous croyons qu'un ou les deux tuyaux d'air ont été cassés par les vagues ou par la marchandise en pontée qui se déplaçait. Il est également probable que l'eau, à partir du pont inférieur, a noyé les espaces des colonnes situés au-dessus des puits aux chaînes, les secteurs des logements par les parties endommagées de la superstructure et de là le secteur du pont inférieur, puis les réservoirs de la coque inférieure par les tuyaux d'air exposés. Nous ne savons pas si ces dommages ou cette inondation se sont produits avant la décision d'abandonner la plate-forme. L'envahissement par l'eau aurait entraîné une situation instable et l'*Ocean Ranger*, soumis aux mouvements dynamiques des vagues, a chaviré et sombré vers 03 h 15 le 15 février 1982.

FACTEURS AYANT CONTRIBUÉ AU DÉSASTRE

Des trois plates-formes en exploitation sur les Grands bancs le 14 février 1982, seule l'*Ocean Ranger* a péri. Les facteurs particuliers ayant contribué à la perte étaient à l'état latent à bord de la plate-forme tout le temps pendant lequel elle fut exploitée, mais ce fut leur combinaison active unique les 14 et 15 février 1982 qui a été à la base de la tragédie. Diverses caractéristiques de la conception de l'*Ocean Ranger* ont rendu la plate-forme plus vulnérable qu'elle aurait dû l'être : l'endroit exposé de la salle de contrôle des ballasts; la faiblesse du verre du hublot; le manque de protection de la console et du panneau de contrôle des ballasts contre l'eau de mer; l'absence d'un système approprié de commande manuelle dans la salle de contrôle, et la vulnérabilité des puits aux chaînes à l'inondation. Certains aspects de la gestion ont également été des facteurs qui ont contribué au désastre : absence de procédures appropriées en cas d'urgence, absence de manuels et d'instructions techniques relatifs à la console de contrôle des ballasts et manque de programmes de formation appropriés à l'intention du personnel-clé. L'erreur humaine, l'ignorance de la vulnérabilité de la plate-forme et de son système de ballasts, ainsi qu'une mauvaise réaction face à la défaillance de l'équipement, ensembles avec ces faiblesses dans la conception ont mené directement au désastre. Si l'on avait fermé les contre-hublots de la salle de contrôle des ballasts avant que la tempête n'ait pris de l'ampleur, on aurait définitivement évité la perte de l'installation. Même après la rupture du hublot, si l'équipage avait pris les mesures instruites pour remédier aux effets de l'eau de mer sur la console de contrôle des ballasts, la tragédie n'aurait pas eu lieu.



7.8 Cette illustration montre la position des ouvertures des puits aux chaines (A), les manches à air (B) et l'escalier de la zone habitée (C); la photographie montre l'un des manches à air à l'arrière de la plate-forme qui conduit au stockage de sacs qui se trouve en-dessous. Dans le cas d'une importante inclinaison avant par bâbord, la tige de forage et le matériel de charge auraient glissé et endommagé le manche à air permettant ainsi à l'eau de mer d'inonder le pont inférieur.

Tout événement ou mesure ayant contribué à la perte de l'*Ocean Ranger* a été soit le résultat des faiblesses dans sa conception soit le fait de l'équipage. Le désastre aurait pu être évité en apportant des modifications relativement mineures dans la conception de la plate-forme et de ses systèmes et, en tout état de cause, il ne se serait pas produit si ceux qui se trouvaient à bord avaient pris les mesures appropriées et réfléchies. En raison de la formation déficiente, du manque de manuels et d'instructions techniques, l'équipage n'a pu interrompre la suite fatale des événements qui ont mené au naufrage de l'*Ocean Ranger*. Néanmoins, c'est l'essence d'une bonne conception de réduire la possibilité des erreurs humaines, et celle d'une saine gestion de s'assurer que les employés reçoivent une formation appropriée à leurs responsabilités :

Voici un résumé des facteurs ayant contribué au désastre :

1. Décision des concepteurs de placer la salle de contrôle des ballasts dans la troisième colonne de tribord sous le pont inférieur.

2. Non-évaluation des charges potentielles sur le verre du hublot et défaut de spécifier un verre d'une résistance suffisante.

3. Non-protection de la console de contrôle des ballasts et de ses composants devant être utilisés dans un environnement marin et pouvant être affectés par l'eau de mer.

4. Non-fermeture par l'équipage des contre-hublots de la salle de contrôle des ballasts alors qu'on se trouvait en pleine tempête.

5. Absence, de la part de l'équipage, d'une compréhension suffisante du fonctionnement du système de contrôle des ballasts et d'instructions appropriées à cette fin, afin de pouvoir faire une évaluation précise et opportune de l'effet réel et possible de l'eau de mer sur la console de contrôle des ballasts. En coupant l'alimentation électrique et l'alimentation pneumatique du panneau de la console puis en utilisant une seule de ces sources d'alimentation à un moment donné, on aurait pu faire fonctionner les soupapes temporairement et de façon sécuritaire pendant l'essai et la remise en état du panneau. La remise en circuit

des deux sources d'alimentation du panneau peu avant 01 h le 15 février 1982 a entraîné la première inclinaison à partir de laquelle la plate-forme ne s'est jamais rétablie.

6. Interconnexion des circuits de contrôle et de surveillance du système des ballasts qui a causé des problèmes à l'opérateur.

7. Absence d'un autre moyen bien compris de faire fonctionner les soupapes des ballasts à partir de la salle de contrôle des ballasts. Les tiges de commande manuelle en laiton, si on les utilisait correctement, constituaient un moyen de secours de commander les soupapes de ballast en cas de défaillance électrique du panneau, mais leur utilisation n'était pas officiellement reconnue et l'on ne possédait pas de documents concernant leur emploi.

8. Ignorance, de la part de l'équipage, du fonctionnement approprié des tiges de commande manuelle et impossibilité de juger jusqu'à quel point l'eau de ballast pouvait passer, par gravité, d'un réservoir de ballast à un autre. L'insertion des tiges de commande manuelle a produit l'effet contraire à l'effet recherché par l'équipage et a accéléré la progression de l'inclinaison avant.

9. Absence d'un système de communications secondaire entre la salle de contrôle des ballasts et les chambres des pompes, système qui, en cas de défaillance du système de hauts-parleurs, aurait permis de coordonner le fonctionnement manuel du système des ballasts depuis les chambres des pompes de chaque ponton.

10. L'ignorance, de la part de l'opérateur de contrôle des ballasts, qu'une assiette avant s'accentuerait si une ou plusieurs soupapes menant aux réservoirs arrière étaient ouvertes pendant le pompage à partir d'un réservoir avant.

11. Absence de protection des puits aux chaînes contre l'envahissement par l'eau de mer, absence d'un système d'alarme d'envahissement par les hauts, ce qui s'est effectivement produit, et absence de moyens efficaces de chasser l'eau des puits aux chaînes le cas échéant.

12. Non-étanchéité à l'eau de la coque supérieure en raison des tuyaux d'air et de la structure légère du secteur des logements.

8

ÉVACUATION ET INTERVENTION D'URGENCE

CHAPITRE 8 ÉVACUATION ET INTERVENTION D'URGENCE

Le lundi 15 février à 01 h 30, l'*Ocean Ranger* a informé la base terrestre de Mobil et la *SEDCO 706* que son équipage se rendait aux postes d'abandon et qu'on était en train d'évacuer la plate-forme; une demi-heure auparavant (à 01 h), elle avait demandé de l'aide. Les pages suivantes, qui complètent la description des événements rapportés au Chapitre 5, font état des mesures d'urgence qui ont été prises à la suite de la demande faite par l'*Ocean Ranger* à 01 h. L'examen porte sur les activités du personnel de la plate-forme juste avant l'avis d'évacuation, et sur les activités de ceux qui ont pris part aux opérations de sauvetage tant à terre que sur les lieux du désastre.[1]

La première indication donnée au personnel à terre par l'*Ocean Ranger* à savoir qu'elle était aux prises avec un grave problème est survenue à 01 h quand Jacobsen a avisé Graham que la plate-forme accusait une gîte dont on ne pouvait déterminer la cause. Jacobsen lui a demandé d'alerter la Garde côtière canadienne. Graham, qui avait pris la communication à son domicile par l'intermédiaire du système MARISAT, a décidé aussi de rassembler les ressources aériennes et maritimes sous contrat avec Mobil. Tout de suite après cet appel, il a téléphoné au Centre de coordination du sauvetage (Search and Rescue Emergency Centre, SAREC) de St. John's[2] à 01 h 06 pour l'informer que l'*Ocean Ranger* gîtait par l'avant et qu'on ne pouvait pas trouver la cause de cette inclinaison. Il a fait savoir au SAREC combien d'hommes d'équipage se trouvaient sur la plate-forme, il a fait état des conditions météorologiques et il a donné la position des trois navires de soutien et des deux autres installations de forage se trouvant dans les parages de l'*Ocean Ranger*. Il a également avisé le SAREC qu'il demanderait aux navires de soutien se trouvant dans le secteur de rallier l'installation de forage et qu'il avertirait Universal Helicopters, qui était sous contrat avec Mobil. À ce moment-là, il n'a pas demandé l'aide directe du SAREC, mais il a indiqué que Jacobsen pourrait l'appeler plus tard.

Dans l'intervalle, à 01 h 05, à bord de l'*Ocean Ranger*, un contremaître de Mobil a ordonné au navire de soutien *Seaforth Highlander* de se rapprocher et de se tenir prêt à intervenir; un telex de détresse a été expédié au United States Coast Guard Rescue Co-ordination Center (RCC) de New York à 01 h 09, et un Mayday a été transmis sur 2182 kHz vers 01 h 10. La *SEDCO 706* a consigné la réception de ce Mayday. Jacobsen a appelé la *SEDCO 706* vers 01 h 11 et il a demandé au radioélectricien de relayer les messages de détresse de l'*Ocean Ranger*. Il a également fait un compte rendu sur la situation d'urgence à Keith Senkoe et il lui a demandé de diriger sur l'*Ocean Ranger* les navires de soutien qui se trouvaient près

[1] Une liste des participants principaux se trouve à la fin du chapitre.

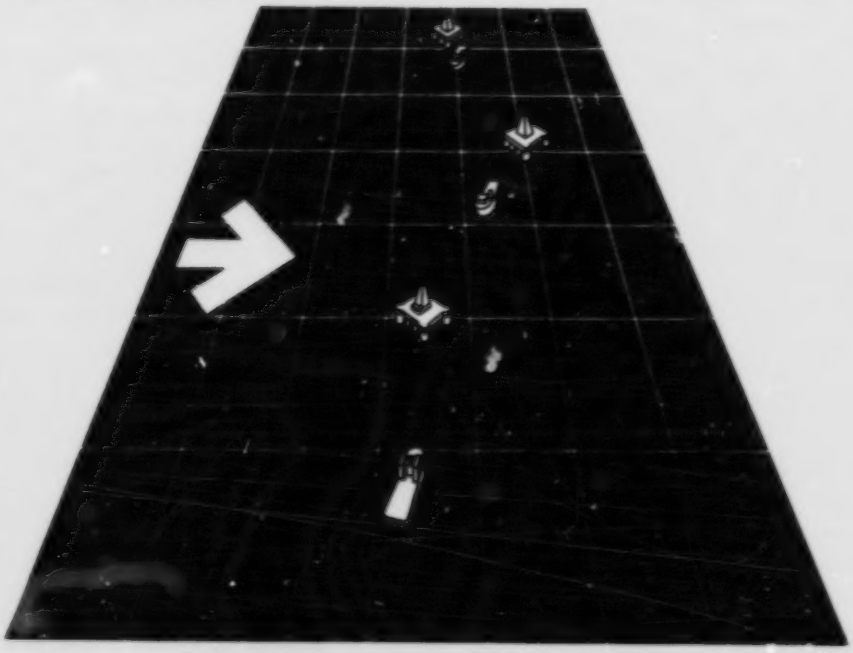
[2] Aux fins du présent rapport, tous les renvois au SAREC indiquent le Centre de St. John's.

de la *SEDCO 706* et de la *Zapata Ugland*. Cet appel a été contrôlé à la base terrestre de Mobil d'où, à 01 h 14, le radioélectricien Rick Flynn a appelé le SAREC.

Flynn a avisé le SAREC que l'*Ocean Ranger* donnait de la gîte et qu'il semblait impératif d'abandonner la plate-forme. Il a dit que l'équipage avait tenté de transmettre un Mayday et qu'elle avait demandé à la *SEDCO 706* de relayer le message; il a ajouté que les hélicoptères sous contrat avec Mobil avaient été mis en état d'alerte. Pendant cette conversation téléphonique, Flynn a maintenu le contact radio avec l'*Ocean Ranger*; Flynn et le SAREC ont entendu Jacobsen dire que la plate-forme « . . . donne de la gîte. . . et ne se remet plus alors on a besoin de tous les hélicoptères qui peuvent se rendre ici. . . ». Pendant cette conversation, sa voix était étonnamment calme. Le SAREC et Flynn ont également entendu la *SEDCO 706* répondre affirmativement à la demande d'aide de la part des navires de soutien. Le contrôleur du SAREC, qui ne pouvait pas parler directement à Jacobsen, a demandé, par l'intermédiaire de Flynn, la direction et la vitesse du vent ainsi que le nombre de navires se trouvant dans le secteur. Jacobsen a précisé que les vents soufflaient de l'ouest accompagnés de rafales de 80 milles à l'heure et que les trois navires de soutien étaient dans les parages. À 01 h 17, Jacobsen a mis fin à cette transmission. Ce fut la dernière fois que Jacobsen parla au personnel de la base terrestre de Mobil.

À 01 h 20, Graham a communiqué avec Rod Fraser, contremaître de forage de Mobil à bord de la *SEDCO 706*, et l'a désigné coordonnateur sur place pour Mobil. Il a averti Fraser que les hélicoptères de Mobil étaient en état d'alerte et il lui a demandé d'envoyer les navires de soutien, le *Boltentor* et le *Nordentor*, prêter main-forte à l'*Ocean Ranger*. Il a également demandé à Fraser de surveiller toutes les communications radio et de faire rapport des événements sans délai à la base terrestre.

À 01 h 21, le SAREC a averti le Centre de coordination du sauvetage (RCC) de Halifax que l'*Ocean Ranger* était en difficulté. Le RCC de Halifax a répondu au SAREC que le RCC de New York venait tout juste de l'informer de la situation. Au même moment, la *SEDCO 706* a dépêché son navire de soutien, le *Boltentor*, à la rescousse de l'*Ocean Ranger*; le navire de soutien de la *Zapata Ugland*, le *Nordertor*, s'est vu confier la même mission à 01 h 22.



8.1 Vers 01 h 30 tous les trois navires avaient été requis de se porter à l'aide de l'*Ocean Ranger*. Le *Nordertor* (en haut) envoyé à partir de la *Zapata Ugland* à 01 h 22 HNT, se trouvait à quelque 20 milles, et le Boltentor (au centre) envoyé à partir de la *SEDCO 706* à 01 h 21 HNT, était à 9 milles approximativement. Le *Seaforth Highlander* (en bas) avait été requis de maintenir une surveillance rapprochée à 01 h 05 HNT, et il se trouvait à environ 6 milles de la plate-forme.

À 01 h 30, Ken Blackmore, l'opérateur radioélectricien à bord de l'*Ocean Ranger*, a appelé la base terrestre de Mobil pour l'aviser que l'équipage se rendait aux postes d'abandon et pour lui demander de relayer un autre Mayday. Après avoir accusé réception de ce qui devait être la dernière transmission de l'*Ocean Ranger*, Flynn a immédiatement informé le SAREC de ce qui suit : «L'équipage de l'*Ocean Ranger* est actuellement rendu aux postes d'abandon... [et] ... ils demandent à la *706* [de] relayer un autre Mayday pour eux». Flynn a également dit au SAREC que les hélicoptères sous contrat avec Mobil avaient été mis en état d'alerte et que tous les navires de soutien se trouvant dans les parages de l'*Ocean Ranger* avaient été envoyés pour prêter main-forte. Le RCC de New York a noté qu'à 01 h 30 la liaison telex MARISAT avec l'*Ocean Ranger* a été rompue et qu'on a tenté à plusieurs reprises, mais sans succès, de rétablir la communication.

01 h 30 HNT (0500Z)
La liaison telex avec l'*Ocean Ranger* est rompue.

Le deuxième lieutenant du *Boltentor*, Malcolm Martin, a entendu la transmission radio de l'*Ocean Ranger*. Immédiatement après cette transmission, la *SEDCO 706* a appelé le *Boltentor* pour l'informer que la situation avait empiré et pour lui demander de se rendre à l'*Ocean Ranger* dans les plus brefs délais. Martin a ensuite ordonné au matelot de quart d'alerter le capitaine et le reste de l'équipage. En moins de quelques minutes, le capitaine Davison est arrivé sur la passerelle et il a repris le commandement. À ce moment-là, le *Boltentor* filait à 6 nœuds approximativement. Le deuxième navire de soutien, le *Nordertor*, se trouvait maintenant à quelque 20 milles au nord-est de la position de l'*Ocean Ranger* et sa vitesse approximative était de 9 nœuds.

01 h 31 HNT (0501Z)
RCC Halifax demande à la 103e Unité de sauvetage à Gander de se mobiliser en vue d'une mission de sauvetage

À 01 h 31, le RCC de Halifax a communiqué avec le capitaine Rudolph Preus, officier de service de la 103e Unité de sauvetage[3], à son domicile à Gander, Terre-Neuve. Le RCC de Halifax a fait part à Preus de l'urgence à bord de l'*Ocean Ranger* et lui a demandé de mobiliser ses membres d'équipage, qui se trouvaient tous chez eux, en vue d'une mission de sauvetage. À St. John's, le personnel de Mobil avait alerté les équipages de Universal Helicopters et communiqué avec la Gendarmerie royale du Canada (GRC) afin qu'elle organisât le transport terrestre de ces hommes en raison de la forte tempête de neige qui s'abattait sur la ville.

À 01 h 36, le RCC de Halifax a demandé au SAREC de St. John's de transmettre un ordre de radiodiffusion à tous les navires au nom de l'*Ocean Ranger*. Cet ordre de radiodiffusion n'a pas été donné par la station radio de la Garde côtière à St. John's (VON) avant 02 h 04.

À 01 h 46, le capitaine Preus a avisé le RCC de Halifax que les équipages des hélicoptères de la 103e Unité de sauvetage avaient été mis en état d'alerte et qu'ils étaient en route vers l'aéroport. Preus s'est entretenu avec les météorologues de Gander, qui lui ont fourni les observations météorologiques précises pour Gander, St. John's, et pour les installations de forage du champ Hibernia. Il a conclu que le plafond bas à Gander (800 pieds) l'obligerait à voler dans les nuages en route vers St. John's, et que la prévision de «bruine givrante» dans les nuages signifiait que les hélicoptères seraient dans l'impossibilité de décoller. Preus a avisé le RCC de Halifax qu'il ne partirait pas pour St. John's avant que les vents ne se soient calmés et que les conditions météorologiques ne se soient améliorées.

NAVIRES DE SOUTIEN

Dans l'intervalle, les trois navires de soutien faisaient route sur l'*Ocean Ranger* et communiquaient leur position à la *SEDCO 706*. Fraser, le coordonnateur sur place, a témoigné qu'il avait averti les capitaines de chaque navire de soutien que la *SEDCO 706* recevrait et consignerait au journal toutes les communications et retransmettrait

[3] La 103e Unité de sauvetage est une unité de recherche et de sauvetage basée à Gander, Terre-Neuve. Elle est équipée de trois hélicoptères Labrador/Voyageur.

les renseignements à St. Johns par l'intermédiaire du système MARISAT. Comme les navires de soutien se rapprochaient de l'*Ocean Ranger*, ils ont commencé à préparer l'équipement pouvant servir à un éventuel sauvetage. À bord du *Seaforth Highlander*, le lieutenant Jack Jorgensen, et plusieurs membres d'équipage, ont préparé l'équipement de secours suivant :

1. un filet à marchandises (12 pieds sur 9 pieds)[4];
2. une gaffe;
3. un grappin;
4. deux lance-amarres (ayant approximativement ½ pouce de diamètre et 50 à 60 pieds de longueur, terminés par une pomme de touline);
5. deux câbles (diamètre approximatif de ½ pouce et de 100 pieds de longueur, épissés autour de deux bouées de sauvetage);[5]
6. un câble Samson (environ 1 à 1 pouce ½ de diamètre et de 70 à 80 pieds de longueur, muni d'une cosse à l'une de ses extrémités).

Une fois leurs préparatifs terminés, les hommes d'équipage du *Seaforth Highlander* se sont rassemblés sur la passerelle et ont attendu les directives de l'*Ocean Ranger*. Le deuxième lieutenant, Jerry Higdon, a témoigné qu'il avait tenté plusieurs fois, mais sans succès, d'entrer en communication VHF avec la plate-forme. Les Mayday relayés par la *SEDCO 706* étaient les seules communications radio que l'on entendait.

Le *Seaforth Highlander* faisait cap au nord-est en suivant une route qui devait l'amener sur l'arrière de l'*Ocean Ranger*. De fortes mers et des rafales de neige limitaient la visibilité sur la passerelle, mais comme il s'approchait de la position de l'*Ocean Ranger*, la plate-forme apparut. Jorgensen a témoigné qu'elle était complètement éclairée mais qu'il était impossible de déterminer si elle gîtait ou non. À ce moment-là, le *Seaforth Highlander* se trouvait à quelque 3 000 pieds de l'installation de forage. Lorsque le *Seaforth Highlander* s'est rapproché encore de la plate-forme, on a aperçu des groupes de feux blancs et des fusées fumigènes au large du côté bâbord. Après vérification, on a découvert que ces feux étaient fixés à des brassières de sauvetage qui flottaient sur l'eau. Les brassières étaient vides. Selon Jorgensen, le *Seaforth Highlander* se trouvait alors à 1 200 pieds seulement de l'installation de forage. Selon le capitaine Duncan, il était 01 h 50. À ce moment-là, on a aperçu une fusée de détresse par le travers tribord.

Cette indication présentée par les hommes d'équipage du Seaforth Highlander *était incompatible avec les événements consignés par d'autres personnes ayant participé à la tentative de sauvetage. Le témoignage du capitaine Duncan en ce qui concerne l'heure de son arrivée à l'*Ocean Ranger *et de l'observation de la fusée de détresse ne concorde pas avec les journaux de bord de la* SEDCO 706 *et le témoignage de Rod Fraser. Le journal de la* SEDCO *a révélé qu'à 01 h 55, Duncan avait rapporté que son navire se trouvait à 3 milles de l'*Ocean Ranger *et qu'à 02 h 07, on avait signalé un grand nombre de feux clignotants dans l'eau. Les journaux de la* SEDCO 706, *le journal personnel de Fraser, les inscriptions dans les journaux du SAREC (St. John's), le journal personnel de Graham et les journaux de bord du* Nordertor *et du* Boltentor *indiquent que Duncan fait erreur. Par conséquent, on a conclu que le* Seaforth Highlander *est entré en contact visuel avec l'*Ocean Ranger *à 02 h 11 et que la fusée de détresse que Duncan a déclaré avoir vue à 01 h 50 a été aperçue en réalité à 02 h 14.*

[4] Le filet à marchandises, devant servir de filet d'escalade et qu'on avait étendu sur le pont arrière sans l'attacher, a été emporté par une lame avant toute tentative de sauvetage.

[5] Ces lance-amarres et les câbles de bouées de sauvetage ont été préparés à partir d'un rouleau de câble en polypropylène qui se trouvait à bord du *Seaforth Highlander*.

02 h 21 HNT (0551Z)
Le *Seaforth Highlander* localise une embarcation de sauvetage et se dirige vers elle.

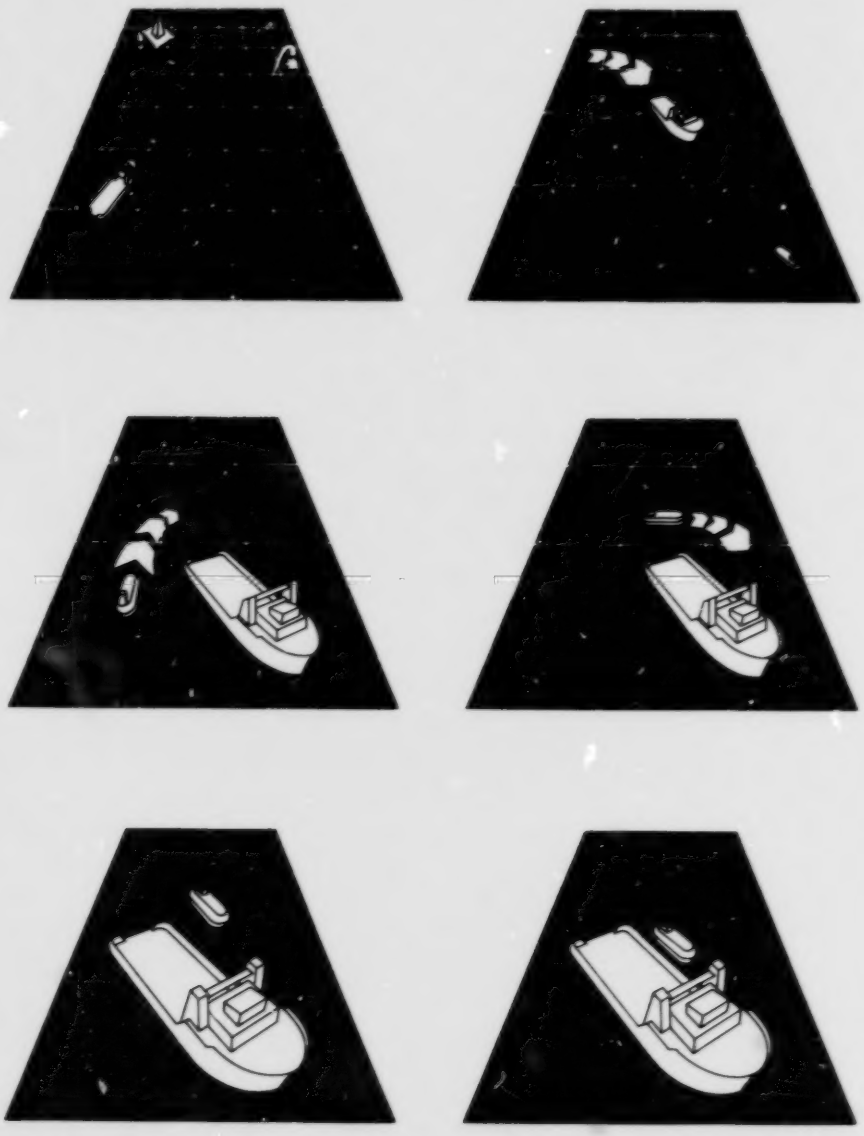
Une deuxième fusée a été aperçue ainsi que l'embarcation de sauvetage d'où elle provenait. À 02 h 21, le *Seaforth Highlander* a avisé la *SEDCO 706* qu'il avait localisé une embarcation de sauvetage et qu'il se dirigeait vers elle. Ce renseignement a été immédiatement communiqué à la base terrestre de Mobil et au SAREC. Graham a témoigné qu'il avait donné instruction à Rod Fraser d'avertir les capitaines des navires de soutien de ne pas fixer d'amarres aux embarcations de sauvetage. Au cours de son témoignage, Graham a expliqué qu'il se rappelait un incident survenu dans le golfe du Mexique où une embarcation de sauvetage s'était retournée alors qu'elle était en remorque. Fraser a certifié que les instructions avaient été transmises aux navires de soutien, mais Higdon et Duncan ont témoigné qu'ils n'avaient pas reçu ces instructions; les navires de soutien *Boltentor* et *Nordertor* n'ont pas consigné non plus la réception de ces instructions.

L'embarcation de sauvetage qui avait lancé la fusée se trouvait approximativement à 1 200 pieds sous le vent du *Seaforth Highlander*. Duncan a témoigné qu'elle était basse sur l'eau et que l'avant piquait dans les plus grosses vagues. Il a décidé de placer son navire sous le vent de l'embarcation de sauvetage. Il a également décidé de placer la poupe du *Seaforth Highlander* dans le vent et les vagues. Duncan a expliqué que s'il avait placé la proue face aux vagues, les superstructures du navire auraient eu l'effet d'une voile, ce qui aurait empêché le *Seaforth Highlander* de maintenir son cap et entraîné ainsi le risque d'un abordage avec l'embarcation de sauvetage. Il a également attesté que les propulseurs d'étrave qui servaient à maintenir le navire en position n'étaient pas assez puissants pour conserver une position dans les conditions rencontrées en mer à ce moment-là. En outre, il a dit qu'à partir de la console arrière, il pouvait avoir une vue complète du pont arrière d'où toutes les tentatives de sauvetage auraient lieu et d'où il pouvait également observer les vagues qui venaient sur le navire.

Pendant que Duncan manœuvrait pour placer son navire, quatre hommes d'équipage (Eric Rees, Bert Woolridge, Kenneth Lidstone et Dennis Chaytor) et le lieutenant Jorgensen sont sortis sur le pont arrière. L'embarcation de sauvetage était alors clairement visible et de toute évidence endommagée. L'étrave de l'embarcation était défoncée des deux côtés à partir de la ligne de flottaison jusqu'au plat-bord. Le matelot Rees a témoigné qu'il avait vu l'embarcation de sauvetage se déplacer à partir du côté tribord du *Seaforth Highlander*, passer autour de la poupe et remonter du côté bâbord jusqu'au milieu du navire. Il a certifié qu'il avait vu des hommes en train d'écoper. Jorgensen a témoigné que l'embarcation de sauvetage était propulsée par un moteur et apparemment barrée par un homme qui se tenait dans l'écoutille arrière.

La mer était extrêmement mauvaise à ce moment-là; Duncan a révélé que les houles dépassaient 60 pieds et que les vagues déferlantes atteignaient 15 pieds. Les hommes d'équipage qui se trouvaient sur le pont arrière ont témoigné que les vagues déferlaient sur l'arrière du *Seaforth Highlander* et que les embruns gelaient instantanément, réduisant leur visibilité et nuisant à leurs déplacements.[6] Ils se trouvaient entre les pavois et la rambarde de bâbord du *Seaforth Highlander* et, afin de pouvoir se déplacer plus facilement, ils avaient enlevé les sauvegardes qui les rattachaient aux pavois. En agissant ainsi, ils ont risqué d'être emportés par dessus-bord ou d'être écrasés contre les pavois par les paquets de mer qui s'abattaient sur le pont arrière.

[6] Les témoignages ont révélé que les hommes d'équipage du *Seaforth Highlander* n'avaient pas les vêtements appropriés pour travailler à l'extérieur dans les conditions météorologiques très dures qui réduisaient leur capacité de se déplacer. Ils portaient des salopettes qui n'étaient pas imperméables et qui les protégeaient très peu du froid. Certains hommes avaient des capotes en toile huilée par-dessus leurs salopettes, ce qui ne les a pas empêchés d'être complètement trempés et d'avoir très froid pendant les tentatives de sauvetage de cette nuit-là.



8.2 Le *Seaforth Highlander* s'est approché de l'arrière bâbord de l'*Ocean Ranger* puis il a manœuvré pour prêter main forte à une embarcation de sauvetage.

02 h 32 HNT (0602Z)
L'embarcation de sauvetage se trouve le long du *Seaforth Highlander*

À 02 h 32, le *Seaforth Highlander* a rapporté que l'embarcation de sauvetage se trouvait le long du navire. Il y avait des lumières et l'on pouvait voir les hommes se déplacer dans l'embarcation. Quelques-uns écopaient par les écoutilles de tribord et de bâbord. Le vacarme des vagues et des vents rendait impossible toute communication entre l'embarcation de sauvetage et les matelots se trouvant sur le pont arrière. Higdon, qui s'occupait de la radio, a déclaré qu'aucune communication radio ne provenait de l'embarcation de sauvetage. Du pont arrière, Woolridge a essayé de lancer un câble Sampson à l'embarcation de sauvetage mais il n'a pu atteindre sa cible en raison des vents. Woolridge a alors lancé un filin auquel était fixée une bouée de sauvetage à un homme qui se tenait dans l'écoutille arrière de l'embarcation de sauvetage. L'homme a attrapé le filin et l'a attaché à un garde-corps du tendelet de l'embarcation; Jorgensen a attaché l'autre extrémité du filin à la rambarde de protection du côté bâbord du *Seaforth Highlander*. Dans l'intervalle, le matelot Rees a lancé un deuxième filin muni d'une bouée de sauvetage; ce filin a été attaché à

l'embarcation de sauvetage par un homme qui était sorti de l'écoutille avant, et Rees en a fixé l'autre extrémité à la rambarde de protection du *Seaforth Highlander*.

Pendant ces manœuvres, sept ou huit hommes de l'embarcation de sauvetage sont montés sur le plat-bord de bâbord. Ils portaient des casques de sécurité et soit des gilets de travail soit des brassières de sauvetage; quelques-uns d'entre eux étaient légèrement vêtus tandis que d'autres étaient plus chaudement habillés. L'embarcation de sauvetage a alors commencé à rouler lentement sur bâbord en s'éloignant du *Seaforth Highlander* puis, en quelques secondes, elle a chaviré, projetant à l'eau les hommes qui avaient monté sur le plat-bord de bâbord et cassant net les filins qui avaient été attachés au *Seaforth Highlander*. Lorsque les hommes de l'embarcation de sauvetage ont été dispersés dans l'eau, les lumières fixées aux brassières de sauvetage ont éclairé le secteur immédiat. L'embarcation de sauvetage avait complètement chavirée. Il était 02 h 38.

02 h 38 HNT (0608Z)
Chavirement de l'embarcation de sauvetage

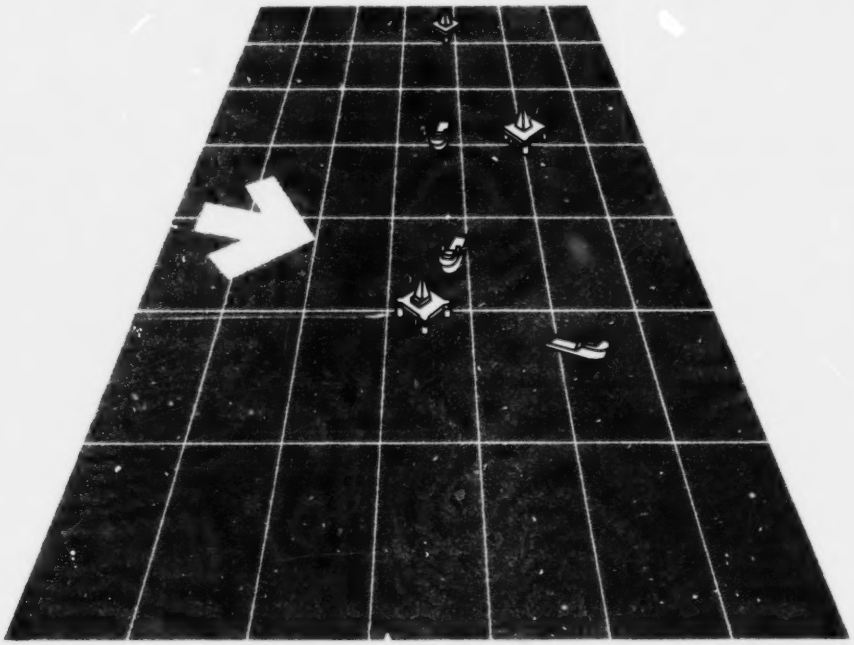
Le deuxième lieutenant Higdon et un matelot ont alors quitté la passerelle pour rejoindre les hommes qui se trouvaient sur le pont arrière et les aider dans leurs tentatives de sauvetage. Jorgensen a ordonné à deux matelots de lancer un radeau de sauvetage dans l'espoir que quelques hommes se trouvant dans l'eau seraient capables d'y monter. Le lancement a pris un certain temps étant donné que les filins qui le retenaient avaient gelé et qu'il a fallu les couper. Cependant, les naufragés étaient immobiles et incapables de faire un effort soit pour embarquer dans le radeau ou pour attraper les filins que les matelots du *Seaforth Highlander* avaient lancés à leur portée. La mer démontée, le matériel de récupération inadéquat et l'immobilité des hommes qui étaient dans l'eau ont rendu vaines les tentatives de sauvetage.

Pendant ces événements, le *Seaforth Highlander* a maintenu sa poupe dans le vent et a continué d'embarquer des paquets de mer sur son pont arrière. Les hommes d'équipage étaient obligés de s'arc-bouter contre tout ce qu'ils pouvaient trouver de solide afin de ne pas être emportés par-dessus bord. Les conditions dangereuses et difficiles qui prévalaient sur le pont arrière n'ont pas empêché Jorgensen d'agripper de justesse un homme qui avait été emporté par les vagues contre le côté bâbord du navire de soutien. Un ou deux des hommes qui se trouvaient dans l'eau ont été capables de s'accrocher plus longtemps que les autres à l'embarcation de sauvetage chavirée. L'embarcation se trouvait très près de l'hélice de bâbord du navire et le capitaine Duncan a décidé d'arrêter cette hélice de crainte qu'elle ne blessât les hommes dans l'eau. Le navire de soutien n'a pas pu maintenir sa position en raison de cette réduction de puissance combinée aux forts vents et aux grandes vagues. Il a pu se rapprocher jusqu'entre 50 et 70 pieds de l'embarcation chavirée. Dans l'intervalle, les hommes qui étaient dans l'eau avaient dérivé avec le vent et les autres tentatives qui ont été faites pour les récupérer ont été également infructueuses.

Les équipages des autres navires de soutien qui s'approchaient de l'*Ocean Ranger* ont compris la gravité de l'urgence d'après les comptes rendus du *Seaforth Highlander*. Les capitaines ont ordonné à leurs hommes de préparer tout l'équipement de bord qui pourrait servir à sauver les survivants. Le *Boltentor* a été le deuxième navire arrivé sur les lieux et il est entré en contact visuel avec l'*Ocean Ranger* à 2 h 45. Seules quelques lumières étaient visibles. Le vaisseau s'est approché du côté tribord de l'installation de forage et a utilisé un projecteur pour inspecter la plate-forme. Il n'y avait aucun signe des hommes d'équipage ou des embarcations de sauvetage ni à bord ni dans les environs immédiats.

02 h 45 HNT (0615Z)
Le *Boltentor* entre en contact visuel avec l'*Ocean Ranger*.

La *SEDCO 706* avait demandé au *Boltentor* de déterminer si un hélicoptère pouvait se poser sur le pont de l'*Ocean Ranger*. Le capitaine Davison a manœuvré de façon à placer la poupe de son navire le long du coté tribord de l'installation de forage et il a conclu que la plate-forme était suffisamment de niveau pour qu'un hélicoptère puisse s'y poser. Cependant, plusieurs matelots ont témoigné que vue de l'endroit avantageux où ils se trouvaient, l'*Ocean Ranger* donnait fortement de la



8.3 Le *Boltentor* a rejoint l'*Ocean Ranger* 02 h 45 et a rapporté que les hélicoptères pouvaient se poser sur la plate-forme. Environ quinze minutes plus tard, le *Nordertor* a perdu le contact radar avec l'*Ocean Ranger*.

gîte, que l'hélisurface était presque sous l'eau et qu'elle était exposée aux vagues déferlantes. À 02 h 55, le *Seaforth Highlander* a demandé au *Boltentor* de venir l'aider à récupérer l'embarcation de sauvetage chavirée. À ce moment-là, le *Seaforth Highlander* se trouvait à environ 1 ou 1 mille ½ sous le vent de l'*Ocean Ranger*.

03 h 00 HNT (0630Z) (environ) Le contact radar avec l'*Ocean Ranger* est perdu.

Dans l'intervalle, le *Nordertor* faisait route sur l'*Ocean Ranger* à la vitesse de 8 à 9 noeuds. Le capitaine Allingham a déclaré que pendant l'approche de son navire, il avait relevé la plate-forme sur son écran radar et maintenu ce contact radar jusqu'à 03 h, au moment où l'installation de forage a disparu de l'écran. Il a également révélé qu'au moment où l'installation de forage a disparu de l'écran radar, deux petits tops d'écho sont brièvement apparus au même endroit sur l'écran. Cinq minutes plus tard, il a communiqué avec le *Boltentor* et le *Seaforth Highlander* afin de savoir s'ils avaient toujours un contact radar avec l'*Ocean Ranger*. Ils ont répondu tous les deux que le contact radar avait été perdu. À 03 h 38, Allingham a rapporté à la *SEDCO 706* que l'*Ocean Ranger* n'était plus visible sur l'écran radar. Ce renseignement a été immédiatement relayé à Graham à la base terrestre de Mobil à St. John's; on a décidé que la base terrestre de Mobil avertirait le SAREC. Cependant, les témoignages ont révélé que le SAREC n'avait pas été avisé avant 07 h 35 que la plate-forme avait disparu et qu'elle avait vraisemblablement sombré.

03 h 40 HNT (0710Z) Le *Nordertor* arrive sur les lieux et se joint aux opérations de sauvetage.

Comme le *Boltentor* se rapprochait du *Seaforth Highlander*, le capitaine Davison a vu des corps et une embarcation de sauvetage chavirée dans l'eau. Les équipages du *Boltentor* et du *Seaforth Highlander* ont redoublé d'efforts pour secourir de possibles survivants au moyen de bouées de sauvetage et de grappins, mais les vents de 60 à 70 noeuds ainsi que les vagues de 50 à 60 pieds ont rendu futiles tous les efforts de sauvetage. À 03 h 40, le troisième navire de soutien, le *Nordertor*, est arrivé sur les lieux et s'est joint aux opérations de sauvetage. Les capitaines des trois navires ont commencé à coordonner leurs recherches. En se basant sur les vagues et le vent prédominants, ils ont déterminé des tracés de dérive et ils ont concentré leurs recherches sous le vent de la dernière position de l'*Ocean Ranger*.

AÉRONEFS

Pendant que les navires de soutien de Mobil recherchaient des survivants, Mobil et le RCC de Halifax ont fait appel au soutien aérien. À St. John's, les équipages de Universal Helicopters sont arrivés à l'aéroport à 02 h 15 mais, selon le témoignage du co-pilote Bruce Hutchings, de forts vents à l'aéroport ont empêché leurs mécaniciens de sortir les hélicoptères des hangars, et le remplissage des réservoirs auxiliaires a été la cause d'un autre retard. À 03 h 15, le premier hélicoptère était prêt et il décollait à 03 h 22 avec à son bord Jim Counts, surintendant d'installation de forage d'ODECO. À ce moment-là, les conditions météorologiques sur les lieux de l'accident étaient marginales avec un plafond couvert de 300 à 600 pieds de pluie mêlée de neige et des rafales atteignant 69 nœuds. Le capitaine Hutchings a déclaré que dans des circonstances normales, les hélicoptères n'auraient pas pris l'air dans ces conditions mais, étant donné la gravité de l'urgence, les pilotes ont décidé de prendre ce risque. En agissant ainsi, ils ont fait preuve d'un grand courage.

03 h 22 HNT (0652Z)
Les hélicoptères sous contrat avec Mobil décollent de St. John's.

Le RCC de Halifax a déployé d'autres aéronefs vers l'emplacement de l'*Ocean Ranger*. La 103e Unité de sauvetage de Gander a reçu un «ordre de mission»[7] à 01 h 31 mais elle a rapporté à 01 h 46 que les mauvaises conditions météorologiques empêchaient ses hélicoptères de décoller. À 02 h 24, la 413e Unité de sauvetage de Summerside, Île-du-Prince-Édouard, a été mise en alerte[8] et informée que des aéronefs seraient requis pour assurer les communications et le soutien aux recherches. À 03 h, le RCC de Halifax a donné pour mission à un hélicoptère Voyageur basé à Summerside de se rendre à St. John's. Cet hélicoptère a décollé de Summerside à 04 h 15. Un aéronef de recherche Buffalo, également basé à Summerside, a reçu un ordre de mission à 02 h 24 et il a pris l'air à 03 h 53. Un soutien aérien supplémentaire a été commandé à 04 h 40 lorsqu'un Aurora[9] basé à Greenwood en Nouvelle-Écosse, a été désigné Commandant sur place[10]; l'Aurora s'est envolé à destination du lieu de l'accident à 07 h 14. Le premier aéronef de recherche et sauvetage en provenance de Summerside, le Buffalo, est arrivé à St.-John's à 06 h 15.

04 h 15 à 07 h 14 à HNT (0745 à 1044Z)
Aéronefs de soutien SAR décollent de Summerside, Île-du-Prince-Édouard, et de Greenwood, Nouvelle-Écosse.

Les appareils de Universal Helicopters sont arrivés sur les lieux de l'accident vers 04 h 35 mais, étant donné qu'ils n'étaient pas munis d'équipement de récupération, leurs activités ont été limitées à diriger les navires de soutien vers les embarcations de sauvetage, les radeaux et les corps. Les hélicoptères ont tenté de rester en vol stationnaire entre 50 et 70 pieds au-dessus de l'eau, mais ils ont dû reprendre de l'altitude périodiquement en raison du danger que présentaient les hautes vagues et les embruns. En outre, lorsque les hélicoptères se sont posés sur la *SEDCO 706* et sur la *Zapata Ugland* pour refaire le plein, les pilotes ont dû faire preuve d'une extrême prudence parce que les forts vents et les hautes vagues faisaient tanguer et rouler les installations de forage. On a dû refaire le plein à chaud[11] parce que les pilotes ne pouvaient pas arrêter les moteurs en raison des vents violents. Le capitaine Hutchings a déclaré que les vents étaient tellement forts que les préposés au ravitaillement ont dû ramper sur l'hélisurface en s'aidant de sauvegardes. Les hélicoptères sont restés sur les plates-formes tant qu'ils n'ont pas été avisés que les hélicoptères SAR

04 h 35 HNT (0805Z)
Les hélicoptères de Mobil arrivent sur les lieux.

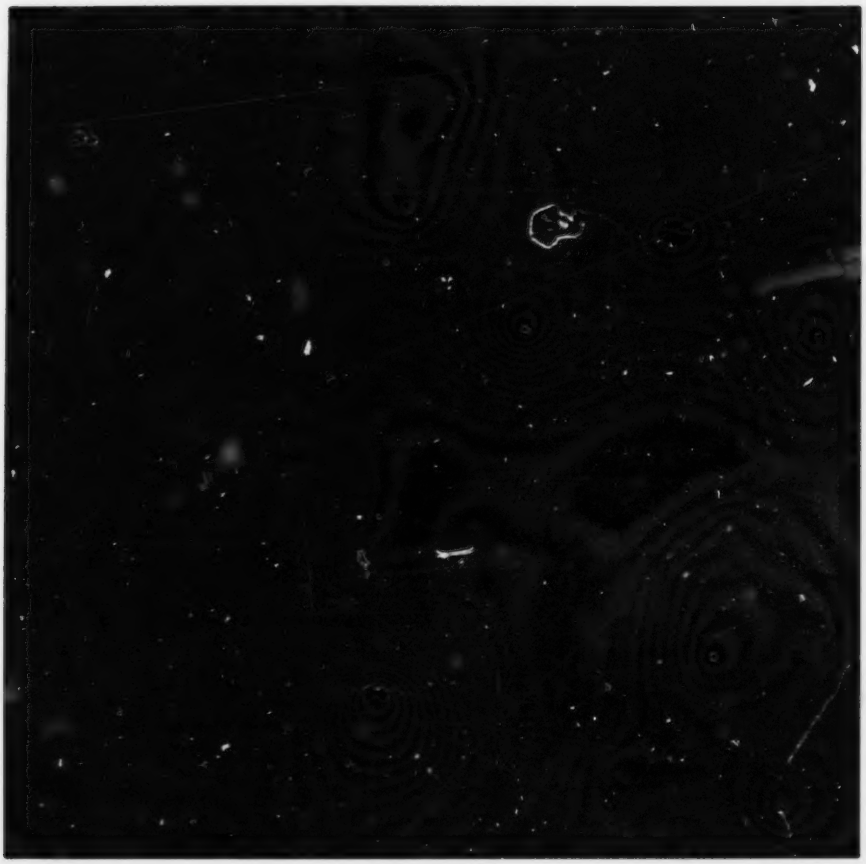
[7] Un ordre de mission est donné lorsque le RCC demande officiellement l'aide des unités SAR primaires et secondaires en vue d'une mission spécifique. Les unités entrent en action le plus tôt possible après avoir reçu l'ordre de mission.

[8] Une alerte constitue la première étape d'un incident SAR. Les unités qui peuvent être requises de fournir une aide sont averties de l'incident.

[9] Un Aurora est un aéronef militaire utilisé au cours des opérations de détection sous-marine et de surveillance maritime. L'Aurora est doté d'un équipement radio et de capteurs complexes qui sont utilisés pendant les incidents SAR où de nombreuses ressources aériennes et maritimes sont mises en œuvre.

[10] Le Commandant sur place a pour tâche de coordonner et de contrôler la mission de sauvetage.

[11] Le ravitaillement à chaud des hélicoptères est une procédure pendant laquelle les pales des rotors continuent de tourner. On doit appliquer une telle procédure lorsque la vitesse des vents excède soit les limites d'arrêt ou de démarrage de l'hélicoptère.



8.4 Positions des aéronefs de recherche et sauvetage envoyés dans le secteur de l'*Ocean Ranger* par le Centre de coordination du sauvetage de Halifax.

étaient en route et qu'ils pouvaient revenir à St. John's. Ils ont repris l'air à 06 h pour le voyage de retour à la ville.

Les conditions météorologiques à Gander se sont améliorées tôt le matin. À 06 h, le plafond était de 2 000 pieds avec une visibilité de 4 milles et des vents de 18 nœuds accompagnés de rafales atteignant 25 nœuds. À 06 h 30, le plafond était de 3 000 pieds et la visibilité s'était améliorée jusqu'à 12 milles; toutefois, les vents soufflaient alors par rafales atteignant 28 nœuds. À 06 h 30 et à 06 h 50, les hélicoptères SAR sont décollés en direction de St. John's. Avant de quitter Gander, les pilotes des hélicoptères SAR ont reçu très peu de renseignements sur l'accident. Ils ont été avertis par un répartiteur de Universal Helicopters que l'installation de forage ne pouvait pas être détectée par radar, mais il ne leur a été donné aucun détail pertinent concernant l'opération de sauvetage. Les hélicoptères SAR se sont posés à St. John's peu après 07 h 30 pour refaire le plein et obtenir des renseignements de première main sur l'effort de sauvetage.

Le capitaine Clark, un des pilotes des hélicoptères SAR, a témoigné que le personnel de Mobil qui se trouvait à l'aéroport ignorait les mesures prises par les navires de soutien et ne savait pas si la plate-forme flottait encore ou non, même si la *SEDCO 706* avait été avisée à 03 h 38 que le contact radar avec l'*Ocean Ranger* avait été perdu. Il a affirmé qu'à ce moment-là, même le RCC de Halifax n'avait pas de renseignements récents et que lorsqu'il a quitté St. John's, peu après 08 h 30, il ne savait pas si l'*Ocean Ranger* était toujours à flot ni si des survivants avaient été repé-

08 h 35 HNT (1205Z)
Les hélicoptères de Mobil atterrissent à St-John's et rapportent que l'*Ocean Ranger* a sombré.

rés et secourus. Les deux hélicoptères de Universal sont revenus à St. John's à 08 h 35 et ont rapporté que l'*Ocean Ranger* avait sombré. Ce fut la première confirmation visuelle de la tragédie, faite au personnel de Mobil et du SAR à l'aéroport de St. John's.

LA RECHERCHE DES SURVIVANTS

Les navires de soutien ont poursuivi leurs recherches toute la nuit, mais les conditions rencontrées en mer et l'équipement de récupération inadéquat ont rendu vains tous les efforts déployés en vue de récupérer les cadavres. À 07 h, le *Nordertor* a localisé une embarcation de sauvetage chavirée à laquelle était attachée une bouée de sauvetage provenant du *Seaforth Highlander*. Le *Nordertor* a fait plusieurs tentatives infructueuses pendant toute la matinée afin de récupérer l'embarcation de sauvetage. Pendant une tentative de récupération, le *Nordertor* a remonté l'hélice et l'arbre de l'embarcation de sauvetage. Au cours de la dernière tentative infructueuse, le capitaine Allingham a vu une vingtaine de corps retenus par des courroies à l'intérieur de l'embarcation; l'eau a entraîné plusieurs corps par un trou dans la coque et l'un de ces corps a été projeté par les vagues sur le pont arrière du *Nordertor*. Allingham a déclaré que l'embarcation de sauvetage avait disparu peu après et que, selon lui, elle avait coulé. Il était évident, d'après la bouée de sauvetage qui y était accrochée, qu'il s'agissait de la même embarcation de sauvetage que le *Seaforth Highlander* avait rencontrée à 02 h 21.

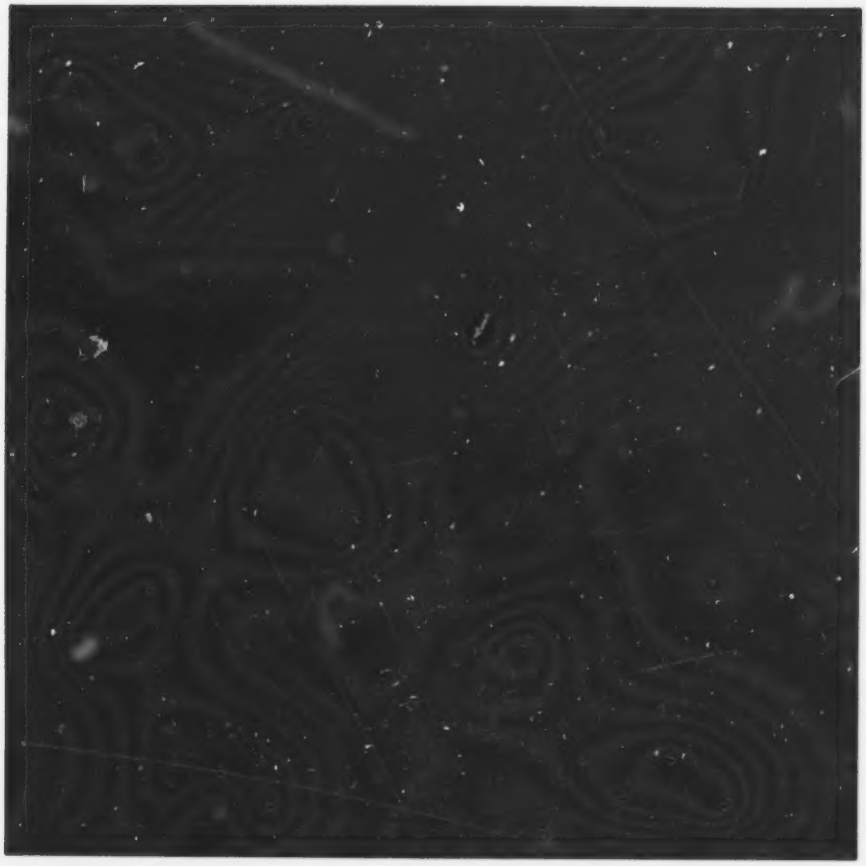
09 h 35 HNT (1305Z)
Le premier aéronef SAR arrive sur les lieux.

À 09 h 45, tout le soutien aérien qui avait reçu un ordre de mission du RCC de Halifax était rendu sur les lieux de l'accident. L'Aurora a assumé le contrôle et entrepris de coordonner les recherches. L'hélicoptère de la 103e Unité de recherche et sauvetage de Gander, commandé par le capitaine Clark, est arrivé sur les lieux de l'accident à 09 h 35 approximativement. Cet hélicoptère a localisé deux embarcations et deux radeaux de sauvetage. L'une des embarcations de sauvetage était complètement chavirée, l'autre était trouée et l'une de ses extrémités était enfoncée; les deux radeaux de sauvetage étaient partiellement gonflés et flottaient juste sous la surface. Le capitaine Clark et son équipage ont également observé des corps qui flottaient. Les vêtements que portaient ceux qui étaient dans l'eau allaient du pyjama à la combinaison d'immersion utilisée pendant le transport des hommes par hélicoptère. Le capitaine Clark a tenté de récupérer un corps vêtu d'une combinaison de survie en faisant descendre le caporal-chef Randy Brown, technicien SAR, au moyen du treuil de l'hélicoptère. Brown a pu toucher du bout des doigts le dos de la brassière de sauvetage de la victime mais une vague déferlante l'a éloigné du corps et l'a empêché de le récupérer. Brown a déclaré que la victime semblait sans vie et, si ce n'est qu'elle refaisait surface de temps en temps, elle flottait juste sous la surface de l'eau.

09 h 46 HNT (1316Z)
RCC Halifax donne l'ordre de mission aux navires.

Outre le soutien aérien, le RCC de Halifax a assigné à la mission les navires qui se trouvaient dans les parages du lieu de l'accident ainsi que les navires de la Garde côtière canadienne (NGCC) basés à St. John's. À 09 h 46, le RCC a donné ordre au SAREC de St. John's d'assigner le NGCC *Bartlett* à la mission. Cependant à 10 h 43, le *Bartlett* a été relevé et le NGCC *Sir Humphrey Gilbert* a été désigné en remplacement. Il a quitté St. John's à 11 h 39 mais, à cause des mauvaises conditions rencontrées en mer et des forts vents, le *Gilbert* a estimé qu'il arriverait à l'emplacement de l'*Ocean Ranger* à 1 h le mardi 16 février. Alors qu'il faisait route, le *Gilbert* a été réassigné afin de venir en aide au *Mekhanik Tarasov*[12], un cargo russe qui était en détresse dans les parages de l'*Ocean Ranger*.

[12] Le *Mekhanik Tarasov* a sombré à 05 h le 16 février 1982. En tout, 32 membres d'équipage ont perdu la vie. Cependant, le chalutier *Sigurfari* venant des îles Féroé a pu sauver cinq matelots. Mikkjal Olsen, le patron du chalutier, a témoigné que les matelots russes chaudement habillés sont restés à peu près 20 minutes dans l'eau avant d'être secourus. À l'exception d'un seul, tous les rescapés souffraient d'hypothermie et l'un d'eux est mort peu après avoir été sorti de l'eau. À ce moment, la mer était grosse et les vents excédaient 45 noeuds.



8.5 Une zone de recherche de plus de 6000 milles carrés a été ratissée pendant les quatre jours suivant le naufrage; les aéronefs et les navires tant du gouvernement que de l'industrie ont joint leurs efforts.

Le RCC de Halifax a également assigné le *Gadus Atlantica*, un navire de recherches nolisé par Pêches et Océans, à 10 h 42 le 15 février. Le *Gadus Atlantica* se trouvait à 119 milles du lieu de l'accident et il a estimé qu'il y arriverait à 06 h le 16 février. Le *Java Seal*, un navire d'études sismiques, a aussi été assigné à 11 h 39 le 15 février. Plusieurs navires ont également répondu à la radiodiffusion à tous les navires transmise à 02 h 04 de la station radio de la Garde côtière de St. John's. La majorité de ces navires ont été assignés puis relevés à cause de la distance qui les séparait du lieu de l'accident.

Malgré les efforts de recherche et de sauvetage déployés par les hélicoptères et les navires de soutien le lundi 15 février, il a été impossible de repérer des survivants. Pendant toute la journée, les navires de soutien, aidés par les aéronefs, ont recherché des embarcations et des radeaux de sauvetage, ainsi que des corps. À l'exception du *Nordertor* qui a récupéré un corps, aucun navire n'a pu en ramener d'autres. Les équipages des hélicoptères SAR qui ont fait plusieurs inspections visuelles des embarcations de sauvetage n'y ont déceié aucun signe de vie ni aucun signe d'occupation.

Le mardi 16 février, les recherches se sont poursuivies, appuyées par l'Aurora et deux Buffalo. Le NGCC *Bartlett*, qui se trouvait encore à St. John's, a été assigné de nouveau à 09 h 08 en remplacement du *Gilbert* qui avait été réassigné plus tôt afin de venir en aide au cargo russe. D'autres navires étaient arrivés pour prêter main-forte au *Boltentor* et au *Nordertor*. Pendant toute la journée du mardi, on a procédé au ratissage du secteur et l'on a récupéré un corps; le *Nordertor* a localisé et

récupéré une embarcation de sauvetage vide. Le *Bartlett* est arrivé dans le secteur des recherches à 01 h le mercredi 17 février. À 04 h 30 ce jour-là, le RCC de Halifax a demandé officiellement que l'effort de recherche soit réduit et, le lendemain, le RCC d'Ottawa lui en a donné l'autorisation. Les recherches en vue de retrouver des survivants ont été abandonnées à 11 h 10 le vendredi 19 février 1982; toutefois, les navires qui étaient dans le secteur ont poursuivi leurs efforts quelques jours de plus afin de découvrir des corps et des débris. On a également récupéré deux embarcations et six radeaux de sauvetage.

Les opérations de recherche et de sauvetage ont mené à la récupération de 22 corps provenant de l'équipage de 84 hommes de l'*Ocean Ranger* : le dernier corps a été récupéré le 20 février par le navire de soutien *Boltentor* (Appendice G). Les autopsies ont révélé que dans tous les cas le décès était imputable à la noyade en état d'hypothermie.

Personnel nommé au chapitre 8
Ordre alphabétique

NOM	POSTE	SOCIÉTÉ
ALLINGHAM, Baxter	Capitaine, *Nordertor*	Crosbie Offshore
BLACKMORE, Ken	Infirmier/Opérateur radioélectricien, *Ocean Ranger*	ODECO
BROWN, Randy	Technicien (Recherche et sauvetage), Gander	103 Rescue Unit
CLARKE, George	Commandant d'aéronef, Gander	103 Rescue Unit
CHAYTOR, Dennis	Matelot, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
COUNTS, Jim	Directeur des forages, St. John's	ODECO
DAVISON, James	Capitaine, *Boltentor*	Crosbie Offshore
DUNCAN, Ronald	Capitaine, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
FLYNN, Rick	Opérateur radioélectricien, St. John's	Harvey Offshore Services
FRASER, Rod	Contremaître de forage, *SEDCO 706* (Coordonateur local de la mission de sauvetage)	Mobil Oil
GRAHAM, Merv	Surintendant local des forages, St. John's	Mobil Oil
HIGDON, Jerry	Deuxième lieutenant, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
HUTCHINGS, Bruce	Co-pilote, St. John's	Universal Helicopters
JACOBSEN, Jack	Contremaître principal de forage, *Ocean Ranger*	Mobil Oil
JORGENSEN, Rolf	Lieutenant, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
LIDSTONE, Kenneth	Matelot, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
MARTIN, Malcolm	Matelot, *Boltentor*	Crosbie Offshore
PREUS, Rudolph	Commandant d'aéronef, Gander	103 Rescue Unit
REES, Eric	Matelot, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime
SENKOE, Keith	Contremaître de forage, *SEDCO 706*	Mobil Oil
WOOLRIDGE, Bert	Matelot, *Seaforth Highlander*	Seaforth Maritime

Personnel nommé au chapitre 8 selon leur position

À TERRE	AU LARGE	
St. John's	**Hibernia**	
	Ocean Ranger	*Seaforth Highlander*
GRAHAM, Merv	JACOBSEN, Jack	JORGENSEN, Rolf
FLYNN, Richard	BLACKMORE, Ken	HIGDON, Jerry
HUTCHINGS, Bruce		DUNCAN, Ronald
COUNTS, Jim		REES, Eric
		WOOLRIDGE, Bert
		LIDSTONE, Kenneth
		CHAYTOR, Dennis
Gander	*SEDCO 706*	*Boltentor*
PREUS, Rudolph	SENKOE, Keith	MARTIN, Malcolm
CLARKE, George	FRASER, Rod	DAVISON, James
BROWN, Randy		
	Zapata Ugland	*Nordertor*
	_____	ALLINGHAM, Baxter

9

ANALYSE DE L'INTERVENTION D'URGENCE

CHAPITRE 9 ANALYSE DE L'INTERVENTION D'URGENCE

L'analyse de l'intervention à la suite de la situation d'urgence qui s'est créée à bord de l'*Ocean Ranger* dans la nuit du 14 au 15 février et qui s'est soldée par la perte de la totalité de l'équipage porte tant sur l'intervention de l'équipage à bord de la plate-forme que sur celle des sociétés et du gouvernement.

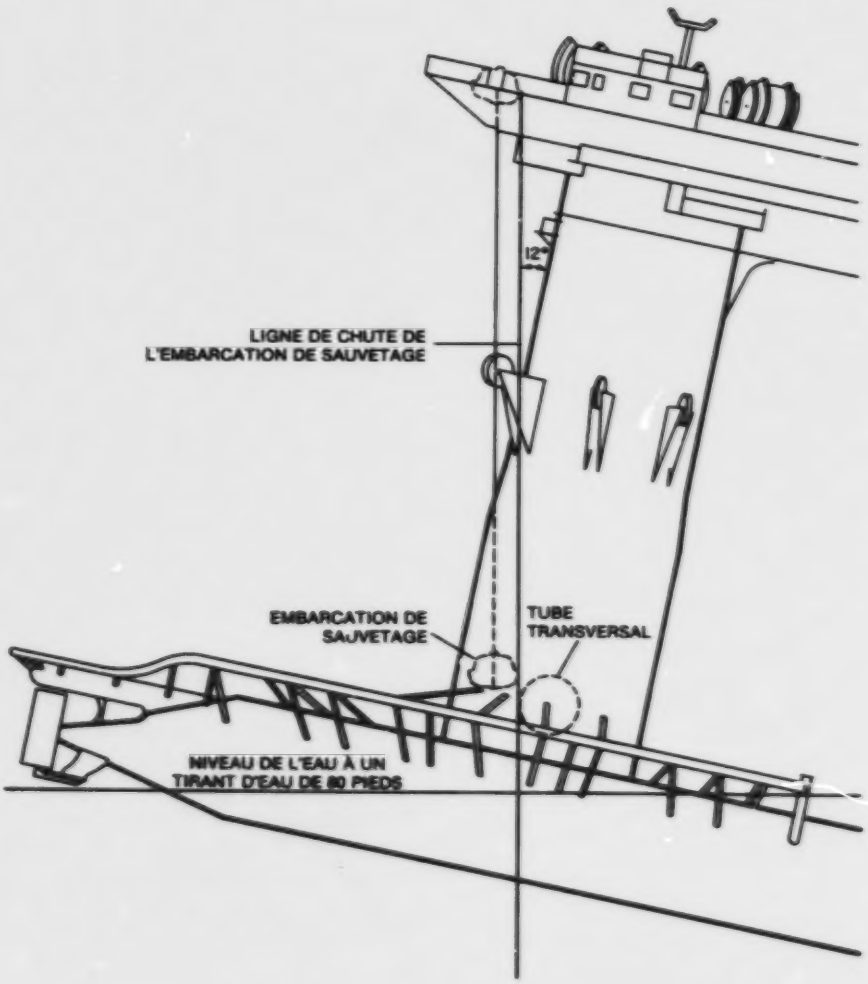
La dernière communication en provenance de l'*Ocean Ranger* a eu lieu à 01 h 30; on signalait que l'équipage se rendait aux postes d'abandon. Des éléments de preuve indiquent que les membres du personnel clé à bord de la plate-forme ont ignoré jusqu'à la dernière heure l'existence d'un grave problème et que, lorsqu'ils l'ont su, ils ont pu penser qu'ils pourraient corriger la situation comme ils avaient corrigé la gîte le 6 février. Lorsqu'ils ont commencé à se rendre compte, vers 01 h, que le problème était au-dessus de leurs forces, ils étaient presque sur le point d'abandonner la plate-forme et incapables de prévenir convenablement ceux qui auraient pu les aider.

Avant 01 h, ni Jacobsen, ni Thompson n'avaient communiqué avec leurs bases à terre pour indiquer qu'ils se croyaient aux prises avec une situation grave; les conversations VHF interceptées plus tôt dans la soirée par le personnel de la *SEDCO 706* ne reflétaient pas non plus de sérieuses préoccupations. Le personnel responsable à bord de l'*Ocean Ranger* savait que le navire de soutien, le *Seaforth Highlander*, se trouvait à une distance de huit milles, mais ce n'est qu'à 01 h 05 qu'il a réclamé qu'il se tienne prêt à intervenir. Lorsque l'observateur météorologique de l'*Ocean Ranger* a transmis son rapport à 23 h 30, il n'a donné aucune information autre que les observations météorologiques courantes. Même à 01 h, quand Jacobsen a parlé avec Graham, il n'y a eu nulle mention d'un Mayday. Cette conversation indiquait toutefois que Jacobsen était conscient de l'existence possible d'un danger et qu'il donnait l'alerte. Mais même à cette heure tardive, il semblait croire que la situation n'était pas impossible à maîtriser. Quoi qu'il se soit passé par la suite s'est produit rapidement.

La base terrestre de Mobil n'a guère été prévenue de la situation. En effet, lorsqu'un appel à l'aide a été envoyé par telex à 01 h 09, ce dernier n'était pas composé de manière à exprimer l'urgence de la situation, puisque le mot «Mayday» n'était pas utilisé. Nécessairement, le telex, qui n'avait pas de destinataire précis, est arrivé au Centre MARISAT du Connecticut où l'opérateur, après avoir obtenu confirmation auprès de l'*Ocean Ranger*, l'a relayé à la Garde côtière des États-Unis à New-York, laquelle a plus tard communiqué le message par téléphone au RCC de Halifax. On aurait gagné du temps si le telex avait eu le RCC de Halifax pour destinataire. Le telex a toutefois été interprété et traité comme un Mayday. Après l'envoi du telex, l'*Ocean Ranger* a tenté de lancer un Mayday sur 2182 kHz, la fréquence de

détresse. Les messages n'ont pas été captés à terre, sans doute parce que l'émission manquait de puissance. Pour la même raison, les relais opérés par la *SEDCO 706* n'ont pas d'abord été entendus. Lorsque la *SEDCO 706* a eu augmenté sa puissance d'émission, le message Mayday qu'elle relayait a été capté par la station de St. John's de la Garde côtière canadienne à 01 h 45, mais de toute évidence par aucun navire de passage.

Quand on a pris pleinement conscience de la gravité de la situation, vers 01 h 15, la seule ressource disponible pour l'évacuation était l'équipement de sauvetage à bord de la plate-forme. Le *Seaforth Highlander*, qui faisait route vers la plate-forme, se trouvait encore à une distance de plus de sept milles. Les hélicoptères étaient à une heure de vol au moins et même dans les meilleures conditions météorologiques et s'ils avaient été parés à intervenir à 30 minutes d'avis, ils n'auraient pu arriver à temps pour sauver l'équipage. À 01 h 30, l'équipement de sauvetage à bord n'était pas entièrement à la disposition de l'équipage. À cette heure-là, la plate-forme accusait une assiette de plus de 15 degrés, les vagues déferlaient sur sa partie avant et l'embarcation de sauvetage qui s'y trouvait devait être immergée la plupart du temps, si elle n'avait pas été fracassée déjà. Elle aurait de toute façon été inaccessible. Les seules embarcations de sauvetage accessibles étaient les deux qui se trou-



9.1 Illustration tirée des plans d'ODECO concernant l'installation des embarcations de sauvetage Watercraft. La limite relative au lancement est indiquée à une assiette de 12 degrés par l'avant; le tangage et le roulis de la plate-forme dans de fortes mers restreindraient le lancement sécuritaire à un angle bien inférieur.

vaient à l'arrière. Les radeaux de sauvetage, disposés en divers endroits du pont supérieur, étaient aussi disponibles, mais il était impossible de les utiliser cette nuit-là.

On ne sait pas comment s'est effectué le départ de l'équipage. Tout ce que l'on sait avec certitude, c'est que 30 personnes ou plus ont fui à bord de l'embarcation Harding qui se trouvait à l'arrière à bâbord, celle-là même qui s'est rangé le long du *Seaforth Highlander* et qui a éventuellement chaviré. On ne sait pas si l'embarcation Watercraft, aussi située à l'arrière, a été mise à la mer, ni s'il existait un rôle d'appel pour cette embarcation récemment installée. Cette embarcation n'a pas été récupérée. On sait toutefois que, vers 02 h 55, lorsque la plate-forme a été observée pour la dernière fois par l'équipage du *Boltentor*, aucune embarcation de sauvetage n'était visible à l'arrière. Il est évident, comme en faisait foi le grand nombre de corps aperçus dans les environs depuis les navires de soutien et les hélicoptères, que l'équipage avait abandonné la plate-forme. Quel qu'ait été le mode d'évacuation employé, il n'était ni réalisable ni sécuritaire si l'on considère l'état de la mer et des vents dominants. Lorsqu'il est devenu évident que l'assiette, fort prononcée, échappait à la maîtrise des occupants, il est possible que la ruée vers l'équipement de sauvetage se soit faite dans la confusion, ce qui pourrait expliquer la légèreté de la tenue vestimentaire de certains des corps qui ont été récupérés ou aperçus.

INTERVENTION DES SOCIÉTÉS

En ce qui concerne les sociétés, c'est principalement à Mobil, de qui relevaient les navires de soutien et les hélicoptères, qu'incombait l'intervention en cas de catastrophe. Le manuel d'intervention d'urgence (*Contingency Plans and Emergency Procedures Manual*) de Mobil visait à faciliter la mobilisation du personnel et la coordination des communications et des ressources en cas d'urgence. Aux termes du manuel, la responsabilité de la mise en œuvre et de la supervision de ces fonctions devait échoir à l'agent des communications d'urgence, qui, cette nuit-là, était Merv Graham. Son devoir lui dictait de faire appel au personnel-clé à Mobil à St. John's et d'envoyer les navires et les hélicoptères au secours de la plate-forme en difficulté. Il devait aussi coordonner les communications avec les autres plates-formes, avec les navires de soutien et les hélicoptères loués par contrat, ainsi qu'avec le SAREC de St. John's et le RCC de Halifax.

Graham, qui était chez lui lorsqu'il a reçu l'appel MARISAT de Jacobsen à 01 h, a immédiatement alerté le SAREC et enjoint Ken Beattie, superviseur de la logistique de Mobil, d'alerter les hélicoptères et de se rendre à l'aéroport. Graham a ensuite demandé à Rod Fraser, contremaître de forage principal de Mobil sur la *SEDCO 706*, de dépêcher les navires de soutien des deux autres plates-formes vers l'*Ocean Ranger*. Il s'est ensuite rendu à la base terrestre de Mobil, où un centre de communications était en activité 24 heures sur 24. Il a nommé Fraser coordonnateur «sur place», avec mission d'organiser l'intervention d'urgence des navires de soutien et de canaliser les communications vers la base terrestre. Graham a dit à Fraser que cette base tiendrait le Centre SAREC et la Garde côtière canadienne au courant de l'évolution de la situation.

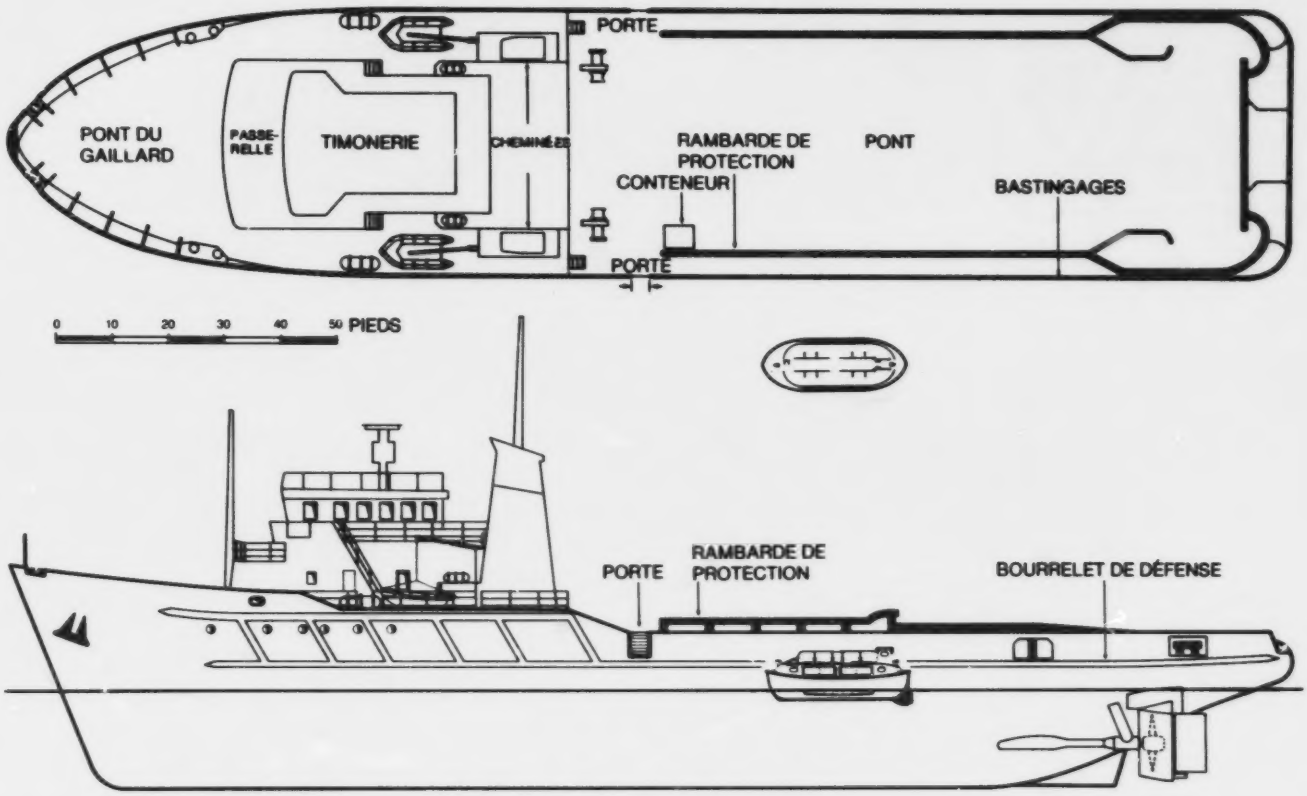
Les transcriptions des enregistrements des conversations téléphoniques des SAREC et RCC tout au long des opérations de sauvetage, y compris celles avec le personnel de Mobil, ont été déposées aux fins de la preuve. L'examen des transcriptions révèle que les communications en provenance de la base terrestre de Mobil n'étaient ni exactes, ni promptes et qu'elles ont été suivies de confusion et de retards. Cela était visible non seulement dans les communications de la base terrestre aux organismes de recherche et de sauvetage, mais aussi dans celles des membres du personnel de Mobil entre eux. L'opérateur radioélectricien de Mobil a dit au SAREC qu'il y avait trois navires dans le secteur de l'*Ocean Ranger* et que trois ou quatre

«Chinook»[1] étaient envoyés pour évacuer l'équipage. Cette information était inexacte et a peut-être influé sur la décision du RCC de ne pas faire immédiatement appel à des ressources de recherche et de sauvetage supplémentaires. Mobil n'utilisait pas de Chinook dans ses opérations en mer; elle louait plutôt trois Sikorsky S-61 de Universal Helicopters Ltd., dont deux ont été dépêchés. À 05 h 27 encore, le SAREC a entendu un employé supérieur de Mobil lui dire que l'état de la plate-forme n'avait guère changé et que deux navires de soutien étaient sur les lieux. Cela est difficile à comprendre, car le *Nordertor* a signalé à 03 h 38 que l'*Ocean Ranger* avait disparu de l'écran radar. Mobil n'a transmis cette information au SAREC qu'à 07 h 35 et plus tard encore au personnel de Mobil à l'aéroport. En effet, le pilote de l'un des hélicoptères de recherche et de sauvetage a affirmé que, lorsqu'il est parti de l'aéroport de Torbay, à 08 h 30, le personnel de Mobil à l'aéroport ne possédait aucune information pertinente et à jour sur les opérations de sauvetage et ne savait pas si la plate-forme flottait toujours ou si elle avait sombré.

Il est évident que les membres du personnel clé de Mobil n'avaient pas répété le rôle qui leur était dévolu dans les procédures d'urgence de manière à bien comprendre ce qu'ils seraient appelés à faire en cas d'évacuation d'une plate-forme. En toute justice, toutefois, il convient d'affirmer que, dans des circonstances sur lesquelles ils n'avaient aucune emprise, Graham et Fraser et même l'opérateur radioélectricien ont été, tout au long de cette période, accablés de tâches et de responsabilités auxquelles ni leur formation, ni leur expérience ne les préparaient.

Les ressources maritimes dont disposait Mobil en vertu de contrats étaient constituées par sept navires de soutien. Trois d'entre eux étaient en mission de surveillance dans le champ Hibernia; les quatre autres étaient amarrés au port de St. John's. Les navires de soutien sont conçus pour transporter des biens et des matériaux lourds, pour remorquer et pour le maniement des ancres. La timonerie est située au sommet d'une superstructure élevée, près de l'avant. Le pont de travail et des marchandises va de cette superstructure à l'arrière carré du navire et est flanqué de part et d'autre de solides bastingages. Ces bastingages ne présentent pas de portes ni d'ouvertures propres à faciliter le sauvetage, lequel serait de toute façon difficile à exécuter en raison de la hauteur du franc-bord, qui peut atteindre jusqu'à huit pieds lorsque le navire est lège. La manœuvre se trouverait encore compliquée par la présence de bourrelets de défense le long des deux côtés du navire, qui non seulement réduit la possibilité de sauver quiconque serait naufragé dans les mers agitées, mais qui est aussi susceptible de se prendre dans le plat-bord d'une embarcation de sauvetage et de la faire chavirer. La configuration même des navires de soutien pouvait gêner les opérations de sauvetage. Il est difficile de tenir l'étrave dans le vent à vitesse minimale par grosse mer en raison de la présence de la superstructure élevée. Ni le capitaine ni le second ne peuvent surveiller à la fois la mer devant et les activités de sauvetage qui se déroulent sur le pont, derrière eux. La seule manœuvre de rechange consisterait à amener l'arrière du navire dans le vent et les vagues. La timonerie comporte une fenêtre et un panneau de contrôle orientés vers l'arrière. Il est ainsi possible de surveiller les vagues et les activités de l'équipage tout en manœuvrant le navire. Toutefois, lorsque le navire est dans cette position, les vagues peuvent passer par-dessus l'arrière, bas et sans protection, et balayer ceux qui participeraient à la tentative de sauvetage. Aucun des navires n'était doté d'équipement de sauvetage spécial, comme une grue avec un panier ou un filet adaptée aux missions de sauvetage survenant en pleine tempête. En fait, aucun n'était doté même du maigre équipement de sauvetage que requiert le règlement de l'APGTC.

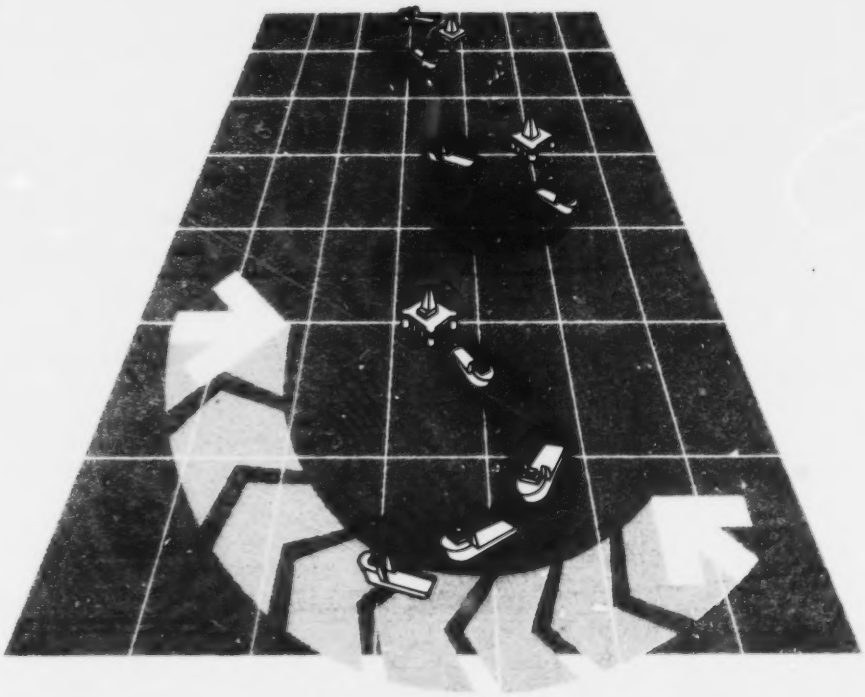
[1]«Chinook» – hélicoptère à deux rotors d'un modèle semblable aux hélicoptères Labrador/Voyageur utilisés en recherche et sauvetage.



9.2 La vue en plan et l'élévation du *Seaforth Highlander* et de l'embarcation de sauvetage Harding par mer calme. Le 15 février, 1982, l'état violent de la mer a considérablement entravé les tentatives de sauvetage.

L'APGTC requérait la présence d'un navire de soutien convenable, mais son règlement ne précisait pas le type de navire qui conviendrait pour sauver la totalité de l'équipage d'une installation de forage et pour traiter, au besoin, un grand nombre de survivants souffrant d'hypothermie. Le règlement n'exigeait pas non plus que les navires en question soient dotés d'équipement de sauvetage approprié ni que leurs équipages aient la formation nécessaire pour faire face à une situation d'urgence de cette ampleur. Mobil ne précisait pas ce qui était attendu des navires en matière de sauvetage pas plus que les sociétés les ayant fournis ne s'étaient inquiétées de ce qu'ils étaient appelés à remplir un rôle de soutien alors qu'ils n'étaient pas dotés de l'équipement nécessaire. Un minimum de prévoyance aurait dicté que les navires soient conçus de façon appropriée, munis de l'équipement nécessaire et convenablement dotés en personnel formé spécialement aux opérations de sauvetage.

L'équipage du *Seaforth Highlander*, qui, sans filins de sécurité et alors que le pont était balayé par la mer, s'est efforcé vaillamment de sauver les hommes qui avaient pris place dans l'embarcation de sauvetage, a fait preuve d'un courage des meilleures traditions de la mer. Ni ces hommes, ni ceux qui constituaient l'équipage des autres navires n'avaient reçu de formation en matière d'opérations de sauvetage et, dans leurs efforts pour trouver et sauver les survivants, on n'aurait pu exiger d'eux davantage. Toutefois, le *Seaforth Highlander*, en tant que navire de soutien affecté à l'*Ocean Ranger*, était imparti d'une mission et d'une responsabilité particulières à l'égard de la plate-forme. Pourtant, alors qu'on avait besoin d'aide d'urgence, il se trouvait à une distance de quelque huit milles. Certes, plusieurs facteurs militent pour la défense du capitaine Duncan, et d'autres personnes doivent porter une part de responsabilité à l'égard de la position de son navire. Quand le capitaine a pris le commandement du *Seaforth Highlander*, le 7 février 1982, il n'a reçu aucune direc-



9.3 Au moment où le centre de tempête est passé à l'est du champ Hibernia pendant la soirée du 14 février, le vent a viré du sud-est à l'ouest. Le *Seaforth Highlander* s'est mis dans le vent et a suivi un cap qui l'a mené à quelque huit milles au sud de l'*Ocean Ranger*. Le *Boltentor* (au centre) et le *Nordertor* (en haut) ont conservé une route d'évitement sous le vent de leurs plates-formes respectives.

tive concernant le rôle de soutien du navire; il n'y avait d'ailleurs pas d'instructions à ce sujet affichées à bord non plus. Il comprenait qu'il assumait le commandement d'un navire de service spécialisé dans le maniement des ancres; c'est lorsqu'il est arrivé dans le champ Hibernia qu'il a appris que son navire et son équipage devraient jouer un rôle de secours.

Au cours de son témoignage, le capitaine Duncan a affirmé que, alors qu'il se trouvait en mer, quelqu'un à bord de l'*Ocean Ranger* lui a dit qu'il devait rester à moins de deux milles de la plate-forme, dans la mesure où les conditions climatiques le permettaient. C'était la pratique des autres capitaines, communément connue et acceptée au sein de l'industrie. Duncan avait l'intention de soulever la question auprès de ses employeurs dès son retour au port mais, entre-temps, et se basant sur la conversation mentionnée plus haut, il a rédigé des ordres permanents à l'intention du personnel de quart sur la passerelle qui avait peu ou pas d'expérience en la matière. Les ordres permanents précisaient que la tâche première du navire était de se tenir prêt à intervenir et prêt à tous égards à sauver des vies. Ils précisaient également que la distance maximale à maintenir par rapport à la plate-forme (dans la mesure où les conditions climatiques le permettraient) était de deux milles, et énonçaient les mesures à prendre en cas de catastrophe sur le lieu de forage. En établissant des ordres permanents, le capitaine Duncan s'appuyait sur son expérience acquise dans la mer du Nord. Il n'avait pour se guider ni des règlements de l'APGTC ni de la Direction générale du pétrole, ni des instructions de sa compagnie ou de Mobil. Le règlement de l'APGTC stipule simplement que «le responsable d'un véhicule de secours . . . doit . . . utiliser le véhicule en-deçà d'une distance de l'unité de forage approuvée par le Directeur».[2] Toutefois, ni le Directeur, ni aucun autre cadre de l'APGTC n'avaient

[2]Règlement concernant le forage des puits de pétrole et de gaz naturel au Canada – section 142(b). Le «Directeur» était le Directeur de la conservation ou administrateur de l'APGTC aux termes de la *Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz*.

publié ou approuvé des instructions écrites sur les distances à respecter. Dans la pratique, cela incombait à l'opérateur, mais Mobil n'a pas publié d'instructions écrites sur la question. La compagnie à laquelle appartenait Duncan, le Seaforth Fednav, a soutenu, par l'intermédiaire de son représentant, que son contrat avec Mobil ne faisait nulle mention de l'obligation de se tenir prêt à intervenir dans certaines circonstances. Cela ne saurait toutefois être satisfaisant, ni comme excuse, ni comme explication. Le rôle des navires de service était bien connu dans les milieux industriels concernés. La compagnie aurait dû prendre la même initiative que le capitaine Duncan et publier des ordres permanents à l'intention de tous ses navires de soutien sous contrat avec les compagnies pétrolières au large de la côte est du Canada; du moins on aurait dû donner verbalement des instructions aux capitaines.

Les capitaines du *Nordertor* et du *Boltentor*, qui avaient tous deux une plus grande expérience de la navigation sur les Grands bancs que le capitaine Duncan, ont affirmé au cours de leur témoignage qu'ils avaient pour pratique habituelle, en cas de tempête, de s'éloigner de la plate-forme à laquelle ils étaient affectés, de zigzaguer contre le vent jusqu'à une distance maximale de six milles puis à naviguer dans le vent jusqu'à deux milles. D'après leur témoignage, c'est ainsi qu'ils ont procédé cette nuit-là. La façon de procéder du capitaine Duncan, si l'on en croit les ordres permanents qu'il a rédigés, consistait à zigzaguer à une vitesse et suivant un itinéraire tel que, lorsque les conditions le permettent, le navire présente son avant ou son arrière à la houle la plus forte, afin de limiter le roulis au minimum. La nuit de la perte, il a tenu l'avant de son navire dans le vent et conservé juste assez de vitesse pour pouvoir manœuvrer et garder la maîtrise du navire. Se fondant sur les prévisions météorologiques, il estimait qu'en agissant ainsi, il commencerait par s'éloigner de la plate-forme, pour ensuite s'en rapprocher à la faveur du tourbillonnement du vent. Ironiquement, lorsqu'on lui a demandé, à 01 h 05, de se rapprocher de la plate-forme, son navire se trouvait au point le plus éloigné où pouvait l'amener l'itinéraire choisi. Il a affirmé dans son témoignage que les vagues, cette nuit-là, étaient si énormes qu'il était réticent à virer de bord et craignait pour l'intégrité de la structure et la sécurité de l'équipage. Cette réticence se trouvait renforcée par l'expérience qu'il avait connue en tant que capitaine du *Seaforth Highlander* au cours d'une tempête en mer du Nord, alors que la mer avait endommagé la partie supérieure de la structure.

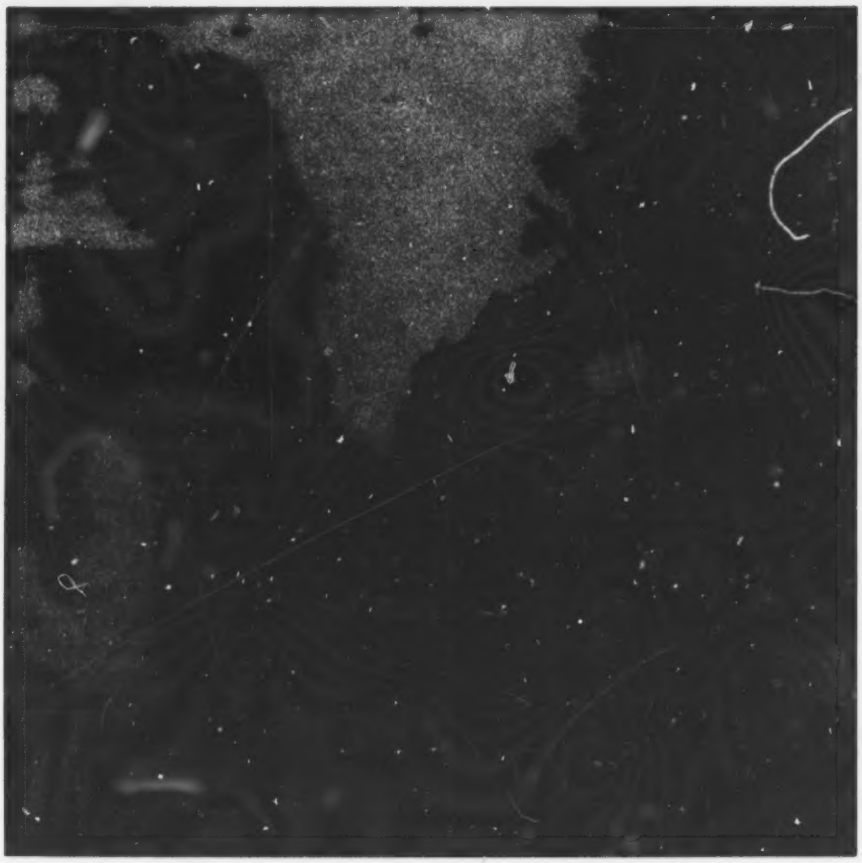
Très certainement, il est de règle, en mer, que le capitaine a le droit d'utiliser son jugement pour protéger son navire et son équipage. C'est sa responsabilité première et primordiale. Mais le capitaine d'un navire de soutien a aussi une responsabilité directe à l'égard de l'équipage de la plate-forme. La ligne de conduite adoptée cette nuit-là par le capitaine Duncan tranche nettement sur celle du capitaine Davison, du *Boltentor*, et du capitaine Allingham, du *Nordertor*. Par conséquent, considérant les actions des autres capitaines et la responsabilité d'un navire de soutien, on en vient à la conclusion que le capitaine Duncan aurait dû se tenir prêt à intervenir à un endroit plus près. Toutefois, lorsqu'il a reçu l'appel l'enjoignant de se tenir prêt à intervenir, il a viré de bord et s'est dirigé vers la plate-forme en poussant les machines au maximum.

Les trois hélicoptères de type Sikorsky S-61 sous contrat avec Mobil étaient utilisés principalement pour le transport de personnel, de matériel léger et d'approvisionnements. Ils n'étaient pas équipés de treuils ni d'aucun autre appareil conçu pour élever des hommes depuis une plate-forme ou la mer; leurs équipages n'avaient aucune formation en matière d'opérations de sauvetage. Ils ont été placés en état d'alerte vers 01 h 20 et les équipages sont arrivés à l'aéroport vers 02 h 15, mais le décollage a été retardé en raison des forts vents. Le premier hélicoptère a pris l'air vers 03 h 20, emportant à son bord le surintendant de forage d'ODECO, Counts, comme unique passager. Le deuxième hélicoptère est parti à 03 h 45. Les conditions météorologiques étaient fort peu propices au vol : le plafond était bas, le ciel était

couvert d'un mélange de pluie et de neige, les vents soufflaient en rafale à 69 nœuds et il y avait une possibilité de givre dans le secteur d'Hibernia. Il n'y avait pas d'assurance que les hélicoptères pourraient se poser sur l'une des plate-formes pour refaire le plein si cela était nécessaire pour accomplir le voyage de retour, mais, en raison de la nature de l'urgence et du nombre de vies en jeu, on a couru le risque d'effectuer le vol. Il existait une possibilité que les pilotes puissent se poser sur la plate-forme pour sauver l'équipage ou participer de toute autre manière à l'effort de sauvetage. En fait, ils sont arrivés trop tard pour se poser sur l'*Ocean Ranger* mais ont participé à la tentative infructueuse de sauvetage. Même s'ils avaient été alertés vers 01 h, quand le personnel de l'*Ocean Ranger* a commencé à se rendre compte qu'il était aux prises avec une situation grave, les hélicoptères seraient arrivés trop tard pour sauver qui que ce soit. Toutefois, le courage dont ont fait preuve ceux qui se sont risqués à prendre l'air cette nuit-là est hautement louable.

INTERVENTION DE L'ORGANISATION DE RECHERCHE ET DE SAUVETAGE

L'organisation de recherche et de sauvetage de l'est du Canada comprend le centre de coordination du sauvetage (RCC – Rescue Coordination Centre) à Halifax, comptable de la coordination des activités de recherche et de sauvetage pour l'ensemble de la région de l'est du Canada, et le SAREC (Search and Rescue Emergency Centre), à St. John's, responsable des activités marines de recherche et de sauvetage dans la région de Terre-Neuve, à moins que cette responsabilité ne soit reprise par le RCC de Halifax.



9.4 Le RCC Halifax est responsable de la coordination de toutes les opérations de recherche et sauvetage à l'intérieur d'une zone de quelque 1,8 million de milles carrés, dont 1,2 million de milles carrés se trouvent sur mer.

Le système de R et S (recherche et sauvetage) fait appel à un calendrier des activités sur lequel sont portés les événements qui marquent les diverses étapes de l'incident. (La partie de ce calendrier qui concerne la perte de l'*Ocean Ranger* et de son équipage va de la mention «incident occurs» (l'incident se produit) à la mention «commencement of aid» (les secours commencent), qui marque la fin du temps d'intervention du système R et S). Le système d'intervention R et S spécialisé[3] est mis en marche au moment où le RCC ou le SAREC sont informés du fait qu'un incident s'est produit. Le temps qui s'écoule avant que le système d'intervention se mette en marche dépend de la vitesse à laquelle l'incident est signalé et du temps qu'il faut pour relayer l'information capitale suivant laquelle on a besoin d'aide.

Lorsqu'un incident est signalé, les contrôleurs des RCC ou SAREC peuvent soit agir immédiatement, soit obtenir plus d'information. Leurs actions sont régies en partie par les modalités établies de R et S, en partie par leur jugement et leur expérience et sont influencées par la nature, l'exactitude et le caractère complet de l'information à leur disposition. Les contrôleurs décident de la nature des ressources de R et S à mobiliser et du moment où elles le seront. La réaction de la ressource R et S dépend du type du régime d'attente dans lequel elle se trouve, ce qui, dans le cas des aéronefs, peut varier de 30 minutes à deux heures, selon l'heure. Les conditions météorologiques, les circonstances entourant l'incident et d'autres facteurs influent aussi sur le temps d'intervention. Le temps de déplacement dépend de la distance entre la base de la ressource R et S et le lieu de l'incident, du type de ressource dont il s'agit et de la vitesse à laquelle elle peut se rendre sur le lieu de l'incident. C'est par rapport à ce calendrier d'activités que doivent être jugées les activités de recherche et de sauvetage entreprises à la suite de la catastrophe ayant mis en cause l'*Ocean Ranger*.

Le SAREC a été informé à 01 h 06 du fait que l'*Ocean Ranger* était en difficulté et avait peut-être besoin d'aide. Cette information a été répétée entre 01 h 14 et 01 h 17, accompagnée d'une autre suivant laquelle la plate-forme avait lancé un Mayday. À 01 h 21, le SAREC a signalé au RCC de Halifax que l'*Ocean Ranger* connaissait des problèmes mais n'a fait nulle mention du Mayday. On indiquait également qu'il y avait trois navires de soutien dans le secteur et que trois ou quatre hélicoptères commerciaux étaient mobilisés. Au même moment, le Centre RCC de Halifax recevait du RCC de New-York un appel téléphonique faisant état du telex de détresse que l'*Ocean Ranger* avait envoyé par MARISAT à 01 h 09 et que les RCC de New-York et de Halifax ont interprété comme étant un Mayday. À 01 h 31, le RCC de Halifax alertait la 103e Unité de sauvetage à Gander. Normalement, un avion accompagne les hélicoptères de R et S pour apporter un soutien dans les communications et la recherche, mais le Buffalo, à Summerside (Île-du-Prince-Édouard), n'a été mobilisé par le RCC de Halifax qu'à 02 h 24. Ce n'est qu'à 04 h 40 que l'appareil Aurora, à Greenwood (Nouvelle-Écosse) a été mobilisé et désigné «coordonnateur des opérations sur place». À 01 h 36, le RCC de Halifax a demandé au SAREC de lancer un message à tous les navires, mais cela n'a été fait qu'à 02 h 04, soit 28 minutes plus tard. De toute évidence, il y a eu, entre chaque étape du processus de rapport et d'intervention, d'importants retards qui nécessitent analyse et commentaires.

Le résumé des mesures prises par les autorités responsables de la recherche et du sauvetage n'a été répété que par souci de commodité et pour faciliter la comparaison avec le calendrier d'activités de R et S. Quinze minutes se sont écoulées entre le

[3]«Spécialisé» est un mot employé dans le domaine de la recherche et du sauvetage pour distinguer les ressources primaires et les ressources secondaires de R et S. Les ressources primaires, soit celles consacrées spécifiquement à la recherche et au sauvetage dans la région R et S de Halifax, comprennent les aéronefs basés à Summerside (Île-du-Prince-Édouard) et à Gander (Terre-Neuve) ainsi que des ressources maritimes à Terre-Neuve et en Nouvelle-Écosse. Les ressources secondaires comprennent les ressources aériennes et maritimes de divers ministères ou les navires de hasard qui pourraient être réquisitionnés en cas d'urgence.

SÉQUENCE DES INTERVENTIONS (INCIDENT DE L'OCEAN RANGER)

Moment de l'incident	01 h 00	Ocean Ranger avertit Mobil, St. John's
Société alertée	01 h 08	Mobil donne l'alerte SAREC St. John's
RCC alerté	01 h 20	SAREC donne l'alerte au RCC Halifax
Ordre de mission	01 h 31	RCC Halifax donne l'ordre de mission à la 103e Unité de sauvetage à Gander, T.-N.
	01 h 36	Demande pour une radiodiffusion à tous les navires
	01 h 46	RCC Halifax apprend que les hélicoptères ne peuvent pas décoller
	02 h 03	Radiodiffusion à tous les navires émise
	02 h 24	RCC Halifax donne l'ordre de mission au Buffalo à Summerside, Î.-P.É.
	03 h 00	RCC Halifax donne l'ordre de mission à l'hélicoptère de Summerside
Départ ressources de SAR	03 h 53	Buffalo décolle de Summerside en direction St. John's
	04 h 15	Hélicoptère décolle de Summerside en direction St. John's
	04 h 40	RCC Halifax donne l'ordre de mission à l'Aurora à Greenwood, N.-É.
	06 h 15	Buffalo arrive à St. John's
	06 h 30 à 06 h 50	Hélicoptères décollent de Gander en direction St. John's
	07 h 14	Aurora décolle de Greenwood
	07 h 35	Mobil avise SAREC que l'Ocean Ranger a disparu
Commencement de l'aide	09 h 35	Premier aéronef SAR arrive sur les lieux

9.5 Séquence des événements des opérations de sauvetage (*Ocean Ranger*).

moment où le SAREC a été alerté et celui où il a informé le RCC de Halifax et dix minutes encore avant que ce dernier n'alerte Gander. Ni le SAREC de St. John's, ni le RCC de Halifax n'avaient sous la main d'informations comme les coordonnées des trois plates-formes dans le champ Hibernia, les fréquences radio qu'elles utilisaient, les dimensions de l'*Ocean Ranger*, la position, la capacité et les indicatifs d'appel des hélicoptères commerciaux loués par contrat par Mobil. Bien que le temps soit le facteur individuel le plus important dans une situation d'urgence de cette ampleur, l'organisation de R et S n'avait aucun plan indiquant la marche à suivre en cas de catastrophe maritime majeure. Il semble que les RCC et SAREC n'aient pas eu la préparation nécessaire pour fournir les efforts qui seraient exigés d'eux s'il s'en produisait une. Dans leurs efforts de réunir les ressources et de répondre à l'appel à l'aide, aucune des deux organisations n'a fait preuve d'un sens de l'urgence de la situation. Les mesures prises, même l'envoi d'un message à tous les navires, ont été caractérisées par des retards indus et inexpliqués. On peut nuancer en signalant que la présence de navires dans le secteur et la mobilisation des hélicoptères a pu créer la fausse impression que l'aide n'était pas requise d'urgence. Cela ne change toutefois rien au fait que, en dépit d'un avertissement précis de l'imminence d'un accident maritime majeur, il devait s'écouler une heure avant que le Buffalo soit envoyé en mission, cinq heures pour qu'il arrive à l'aéroport de St. John's, plus de trois heures avant que l'Aurora soit désigné «coordonnateur des opérations sur place» et plus de huit heures pour qu'il arrive sur les lieux. Entre-temps, la coordination des activités de sauvetage était laissée à des employés sans formation de Mobil et les capitaines des trois navires de soutien, qui n'avaient pas d'expérience en matière d'opérations de sauvetage, devaient mettre au point une structure de recherche sans le secours d'un réseau de surveillance aérienne et sans l'aide du RCC de Halifax.

Les ressources aériennes que pouvait mobiliser le RCC de Halifax pour venir en aide à l'*Ocean Ranger* se trouvaient à la 103e Unité de sauvetage à Gander, qui possédait trois hélicoptères de type Labrador/Voyageur; à la 413e Escadrille de recherche et de sauvetage à Summerside (Î-P-É), qui possédait aussi trois hélicoptères du même type et trois Buffalo et à Greenwood (N.-É.), station qui a fourni un Aurora.

Pour pouvoir intervenir 24 heures sur 24, sept jours par semaine et 365 jours par année et pour conserver en permanence la capacité de faire décoller un hélicoptère présentant un degré élevé de fiabilité, une unité d'hélicoptères de recherche et sauvetage doit compter au moins trois hélicoptères et cinq équipages.[4] Si l'escadrille ne compte que deux hélicoptères, il faut compter que, pour une période équivalant à environ huit pour cent de l'année, les deux appareils seront indisponibles en même temps, en raison de l'effet de hasard qui régit les périodes d'inactivité attribuables à la maintenance planifiée et non planifiée. Si trois appareils sont en service, le temps d'indisponibilité des trois appareils en même temps s'établit à quelque 1 %. La maintenance non planifiée peut empirer la situation (Appendice G-6): pour une période de 63 heures, en mars 1982, l'escadrille de Gander ne disposait d'aucun appareil en mesure d'intervenir à la suite d'un appel à l'aide. Le nombre d'équipages qu'il faut pour doter en personnel trois hélicoptères dépend de la longueur du temps d'attente.[5]

Les Labrador/Voyageur sont des hélicoptères amphibies biturbines, à rotors en tandem, dont la vitesse de croisière normale est de 115 nœuds; leur rayon d'action est de 225 milles marins environ. Ils transportent un équipement de sauvetage complet

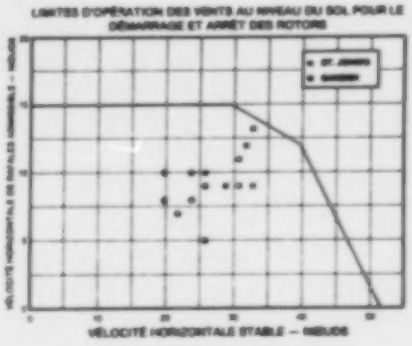
[4]Cet effectif permet d'intervenir à 30 minutes d'avis durant les heures ouvrables et à deux heures d'avis durant les heures de congé, lorsqu'un équipage au moins reste en attente à la maison.

[5]Pour une période d'attente de 30 minutes, huit heures par jour, chaque jour de l'année, il faut six équipages.

9.6 Un hélicoptère de sauvetage Labrador/Voyageur.

et leur équipage se compose normalement de cinq personnes, un pilote, un co-pilote, deux techniciens de R et S et un mécanicien de bord. Ces hélicoptères ont été fabriqués il y a vingt ans environ et ils ont fait l'objet de rénovations importantes. Leur production a été interrompue et il est par conséquent difficile de se procurer des pièces de rechange. Pour les maintenir au niveau des normes du Ministère de la Défense Nationale, il faut les soumettre à un rigoureux programme d'entretien qui soustrait à tour de rôle les appareils au service actif pour de longues périodes. Les hélicoptères qui étaient à Gander en février 1982 n'étaient pas équipés de radar, de système de contrôle de vol automatique, de coupleur de vol automatique ni de radio VHF/FM à bande marine. Le radar permet de voler de nuit sous la couverture nuageuse parce qu'il permet de distinguer et de localiser les points élevés du sol. L'absence de radar forcerait le pilote à se tenir au-dessus des points élevés du sol, éventuellement dans les nuages mêmes, là où il pourrait y avoir formation de givre. Le système de contrôle de vol automatique et le coupleur de vol stationnaire seraient éminemment utiles dans des opérations de sauvetage car ils permettraient de faire du surplace près de l'eau sans l'intervention du pilote. L'absence de radios VHF/FM à bande marine interdisait aux hélicoptères de communiquer directement avec les navires au cours d'une tentative de sauvetage. Toutefois, les principaux défauts du Labrador/Voyageur sont son autonomie de vol relativement réduite et son manque d'endurance pour les opérations de sauvetage en mer. Il faut aussi mentionner, naturellement, les limites liées aux conditions météorologiques, ces appareils n'étant pas autorisés à prendre l'air en cas de givre, présent ou annoncé. De plus, selon les spécifications des constructeurs, les Labrador/Voyageur sont conçus pour ne supporter, au démarrage et à l'arrêt, que des vents constants soufflant à 52 nœuds au plus. Cette limite descend à 30 nœuds si, au plus, des rafales, présentes ou annoncées, atteignent le maximum admissible de 15 nœuds.

Lorsque le RCC de Halifax a placé la 103e Unité de sauvetage (Gander) en état d'alerte, à 01 h 31, un hélicoptère était en état de marche, mais, plus tard, à 05



HEURE	ST. JOHN'S			GANDER		
0130	33	rafales à	42	26	rafales à	35
0230	31	"	42	26	"	31
0330	33	"	46	24	"	34
0430	31	"	40	22	"	29
0530	26	"	36	24	"	32
0630	29	"	38	20	"	28
0730	32	"	44	26	"	30

9.7 Une comparaison de la véritable vitesse des vents à Gander et à St. John's montre qu'à ces endroits les vents n'ont pas dépassé les limites de démarrage imposées aux hélicoptères de sauvetage.

h 30, un deuxième est devenu disponible. Toutefois, de l'avis du commandant de l'aéronef, les conditions météorologiques interdisaient le vol. Bien qu'il existât une certaine ambiguité quant aux vents qui soufflaient sur Gander à cette heure, une revue des prévisions a permis de constater que les vents à cet endroit étaient moins forts que ceux qui soufflaient à St. John's et qu'à aucun de ces deux endroits ils n'excédaient les limites fixées pour le décollage. Ce qui constituait un facteur limitatif, conformément aux indications du manuel de l'utilisateur de l'hélicoptère, c'est qu'une prévision régionale faisait état de la possibilité de formation de givre dans les nuages entre St. John's et Gander. La seule méthode pour vérifier cette prévision est de prendre l'air. Pour accomplir directement le trajet entre Gander et St. John's, il aurait fallu que le pilote pénètre dans la couche inférieure des nuages pour éviter les points élevés du sol sur sa route; ce faisant, il se serait le cas échéant exposé à du givre en formation. Les commandants des hélicoptères ont décidé de ne pas courir ce risque. Il existait un itinéraire de rechange longeant la rivière Gander jusqu'à la côte et, de là, jusqu'à St. John's après un survol de la mer sous la couche nuageuse. Mais sans radar et sans système de contrôle automatique de vol, piloter aux instruments à basse altitude aurait été «trop risqué», comme l'a souligné l'un des pilotes.

Comme l'a affirmé le major Fred Rehse, commandant de la 103e Unité de sauvetage, au cours de son témoignage, les notions de risque et de sécurité «. . . sont relatives. Il est très difficile de trancher et nous laissons au commandant de l'aéronef le soin de décider s'il est capable d'accomplir le travail, la mission, ou non.» Il ajoutait : «On se sent toujours contraint d'essayer d'accomplir la mission.» Lorsqu'une catastrophe majeure est imminente et que de nombreuses vies sont en jeu, la question du risque à courir et des normes de sécurité à observer se pose avec encore plus d'acuité. Soumis au rappel de sa conscience que des vies sont en jeu, le pilote de recherche et de sauvetage doit faire sa propre évaluation des rapports météorologiques défavorables, des limites de l'équipement, des possibilités de son appareil et de l'itinéraire à suivre. Après avoir mis en balance ces facteurs et ce qu'il sait de la situation d'urgence avec laquelle il est aux prises, il doit décider soit de partir immédiatement, soit d'attendre que les conditions s'améliorent. La 103e Unité de sauvetage a signalé à 01 h 46 qu'elle ne décollerait pas en raison de contraintes d'ordre météorologique. Les deux hélicoptères de recherche et de sauvetage ont finalement quitté Gander à 06 h 30 et à 06 h 50 respectivement, à l'aube ou à peu près, et sont arrivés à l'aéroport de St. John's à 07 h 17 et à 07 h 30; ils ont fait le plein avant de repartir vers Hibernia. À 03 h, le RCC de Halifax a commandé à un hélicoptère Voyageur de Summerside de se rendre à St. John's, où il est arrivé à 08 h 30. Le Buffalo de Summerside est arrivé à 06 h 15.

Ces retards ont exclu toute possibilité que les aéronefs de R et S participent au sauvetage de l'équipage de l'*Ocean Ranger*. Ils sont arrivés trop tard. Ils seraient arrivés trop tard même si les conditions avaient été idéales. Même si les hélicoptères de recherche et de sauvetage avaient été stationnés à St. John's, le plein fait et leurs équipages prêts à intervenir à 30 minutes d'avis lorsque le SAREC a été informé de la situation d'urgence entre 01 h 14 et 01 h 17, le départ n'aurait pu avoir lieu, au mieux, et même en ne tenant aucun compte des vents, qu'à 01 h 45. Lorsqu'ils se sont finalement dirigés vers l'*Ocean Ranger*, le temps de vol a été de 70 minutes. Par conséquent, dans notre hypothèse, ils seraient arrivés au plus tôt vers 02 h 55. La plate-forme a été évacuée entre 01 h 30, moment où les hommes se sont dirigés vers les postes d'abandon et environ 02 h. L'embarcation de sauvetage qui s'est placée le long du *Seaforth Highlander* a chaviré à 02 h 38 et ses occupants, dépourvus de combinaisons de survie, ne présentaient plus aucun signe de vie à peine quelques minutes après le chavirement. Vu les conditions qui régnaient cette nuit-là, le démarrage de l'hélicoptère aurait été retardé, comme cela a été le cas pour les hélicoptères de Universal.

Les navires de la Garde côtière canadienne les plus proches du champ Hibernia se trouvaient au port de St. John's. À cette distance, il leur était impossible de se porter efficacement à l'aide de l'*Ocean Ranger*. Cela dit, même s'il y avait eu plus de temps, il semble douteux que ces navires eussent pu cette nuit-là prendre une part active au sauvetage. Leurs équipages étaient en permission à terre et ils ne devaient revenir à bord que beaucoup plus tard dans la matinée du 15 février. Toutefois, ces navires ne faisaient pas partie des ressources spécialisées de recherche et de sauvetage et n'avaient par conséquent ni pour mission principale ni pour responsabilité de se tenir en attente afin d'intervenir dans un sauvetage. Les vaisseaux R et S spécialisés étaient le *Jackman*, à Burgeo, et le *Grenfell*, situé dans la Baie Notre-Dame.

SÉQUENCES DES INTERVENTIONS

HEURE	DE	À	MESSAGE
		15 FÉVRIER	
01 h 00	*Ocean Ranger* J. Jacobsen	St. John's Merv Graham	L'*Ocean Ranger* gîte; cause inconnue demande d'alerter Garde côtière; 84 hommes à bord
01 h 05	*Ocean Ranger*	*Seaforth Highlander*	Requis de se tenir à proximité; forte gîte; mesures correctrices inefficaces
01 h 06	Mobil St. John's Merv Graham	SAREC St. John's	*Ocean Ranger* gîte par l'avant; cause inconnue; 84 hommes à bord; conditions météorologiques locales; navires de service à envoyer; Universal Helicopters à alerter; aucune aide directe requise du SAREC
01 h 09	*Ocean Ranger*	MARISAT Connecticut	Telex de détresse réacheminé au RCC New York;
	Connecticut Opérateur MARISAT	RCC New York	Message de détresse acheminé
01 h 10	*Ocean Ranger* Ken Blackmore	Mobil St. John's Rick Flynn	Demande Mayday pour *Ocean Ranger*
01 h 11 environ	*Ocean Ranger* Jack Jacobsen	*SEDCO 706* Keith Senkoe	Indique que de l'aide est requise; demande relais Mayday; demande l'aide des hélicoptères et des navires de service de la *Zapata Ugland* et de la *SEDCO 706* pour aider à l'abandon de l'installation
01 h 12	Connecticut Opérateur MARISAT	RCC New York	Message de détresse reçu

01 h 12	*Ocean Ranger*	RCC New York	Télex de détresse indiquant endroit, conditions météorologiques; forte gîte de 10-15 degrés et s'accentuant; demande de l'aide D.Q.P.
01 h 14- 01 h 17	Mobil St. John's Rick Flynn	SAREC St. John's	*Ocean Ranger* gîte; évacuation semble nécessaire; *Ocean Ranger* a tenté d'émettre Mayday et a demandé un relais Mayday par l'intermédiaire de la *SEDCO 706*; hélicoptères de Mobil alertés; Flynn raccorde le SAREC aux transmissions de l'*Ocean Ranger*
	Emplacement via base de Mobil	SAREC St. John's	SAREC capte conversation entre contremaître de forage de l'*Ocean Ranger* / opérateur de Mobil et contremaître de la *SEDCO 706* demandant l'aide d'autres navires de service; des coups de vent de l'ouest à 80 milles à l'heure; trois navires de soutien sur les lieux; hélicoptères alertés
01 h 20	Mobil St. John's Merv Graham	*SEDCO 706* R. Fraser	Désigne Fraser coordonnateur sur place; informe que les hélicoptères de Mobil sont alertés; demande que d'autres navires de service soient envoyés; contrôle toutes les communications radio et fait rapport à terre
01 h 21	*SEDCO 706*	*Boltentor*	Requis de se rendre à l'*Ocean Ranger* et d'aider au besoin
	SAREC St. John's	RCC Halifax	Avisé de l'urgence de l'*Ocean Ranger*; omis d'indiquer que l'*Ocean Ranger* a tenté de transmettre un Mayday et a demandé à la *SEDCO 706* de relayer les Mayday
	RCC New York	RCC Halifax	Renseignements contenus dans le message de détresse transmis par téléphone
	RCC Halifax	SAREC St. John's	Accuse la réception des renseignements transmis par RCC New York
01 h 22	*SEDCO 706*	*Zapata Ugland*	Ordonne au *Nordertor* de joindre l' *Ocean Ranger* et de l'aider au besoin
01 h 30	*Ocean Ranger* K. Blackmore	Mobil St. John's Rick Flynn	Informe que l'équipage se rend aux postes d'abandon; La Base de Mobil et la *SEDCO 706* accusent la réception du message
	Mobil St. John's R. Flynn	SAREC St. John's	Informe que l'équipage est rendu aux poste d'abandon; la *SEDCO 706* retransmet les Mayday; les hélicoptères de Mobil sont alertés; tous les navires de soutien reçoivent l'ordre de se rendre à l'*Ocean Ranger* et d'aider au besoin
	RCC New York		Liaison telex avec l'*Ocean Ranger* rompue; tente sans succès de la rétablir
	SEDCO 706	*Boltentor* et *Nordertor*	Filent sur l'*Ocean Ranger*
01 h 31	SAREC St. John's	RCC Halifax	Équipage de l'*Ocean Ranger* aux postes d'abandon
01 h 31- 01 h 36	RCC Halifax	103e Unité de sauvetage de Gander Capt. Preus	Informée de l'urgence à bord de l'*Ocean Ranger*; requise de rassembler les équipages des hélicoptères pour mission de sauvetage

	RCC Halifax	Opérations du Commandement maritime (MARCOM)	Détermine les ressources navales et aériennes relevant du MDN et qui sont en mesure de prêter main forte; Aurora à la BFC Greenwood disponible plus tard dans l'avant-midi
	RCC Halifax	RCC New York	Demande un tableau général des mouvements (SURPIC) des navires se trouvant dans un rayon de 100 milles de l'*Ocean Ranger*
	RCC Halifax	SAREC St. John's	Demande de faire un appel à tous les navires
01 h 46	103e Unité de sauvetage Gander	RCC Halifax	Informe que les équipages sont alertés et qu'ils sont en route vers l'aéroport; informe que le départ est retardé jusqu'à ce que les conditions météorologiques se soient améliorées
01 h 48	SAREC St. John's	Station radio mar. Garde côtière (VON) St. John's	Demande telex pour un appel à tous les navires
01 h 55	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	À trois milles de l'*Ocean Ranger*
02 h 03	Station radio mar. Garde côtière (VON) St. John's		Réception du telex
02 h 04	Station radio mar. Garde côtière (VON) St. John's		Appel à tous les navires
02 h 11	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	Est entré en contact visuel avec l'*Ocean Ranger* et a indiqué qu'il aperçoit des lumières de brassières de sauvetage dans l'eau
02 h 14	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	A aperçu fusée de détresse d'une embarcation de sauvetage
02 h 15	St. John's		Équipages de Universal Helicopters sont arrivés à l'aéroport
02 h 21	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	A aperçu une deuxième fusée de détresse et se dirige sur l'embarcation de sauvetage
02 h 24	RCC Halifax	413e Unité de sauvetage Summerside, I.P.-É.	Aéronefs requis de fournir communications et soutien aérien; avion Buffalo et hélicoptères Voyageur reçoivent ordre de mission
02 h 32	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	Rapporte qu'une embarcation de sauvetage se trouve le long du navire
02 h 34	RCC New York	RCC Halifax	Fournit tableau général des mouvements (SURPIC)
02 h 38	*Seaforth Highlander*	*SEDCO 706*	Embarcation de sauvetage a chaviré
02 h 45	*Boltentor*		Arrive à l'emplacement de l'*Ocean Ranger*
	Boltentor	*SEDCO 706*	La plate-forme flotte encore; peu de lumières visibles
	SEDCO 706	*Boltentor*	Affirme la possibilité d'atterrissage d'un hélicoptère sur la plate-forme
02 h 55	*Seaforth Highlander*	*Boltentor*	Demande de l'aide pour récupérer l'embarcation de sauvetage

03 h 00	RCC Halifax	413e Unité de sauvetage Summerside, Î.P.-É.	Ordre de mission à un Voyageur de se rendre à St. John's
03 h 00 environ	*Nordertor*		Le Capt. Allingham indique qu'il a perdu le contact radar avec l'*Ocean Ranger*
03 h 15 environ	*Nordertor*	*Boltentor* *Seaforth Highlander*	Le Capt. Allingham demande aux autres navires s'ils sont toujours en contact avec l'*Ocean Ranger*; réponse négative
03 h 22	St. John's		Le premier hélicoptère de Mobil quitte St. John's
03 h 38	*Nordertor*	*SEDCO 706*	Rapporte que l'*Ocean Ranger* a disparu de l'écran radar
	SEDCO 706	Mobil St. John's Merv Graham	Retransmet que le contact radar avec l'*Ocean Ranger* est perdu; convient que Mobil doit informer le SAREC
03 h 40	*Nordertor*		Arrive sur les lieux
	SEDCO 706	Mobil St. John's	Trois navires de service vont coordonner les recherches
03 h 53	413e Unité de sauvetage Summerside, Î.P.-É.	RCC Halifax	Buffalo décolle de Î.P.-É.
04 h 08	*SEDCO 706*	Tous les navires de service	Avisés d'interrompre toute communication directe avec la terre et de relayer tous les renseignements à la *SEDCO 706*
04 h 15	413e Unité de sauvetage Summerside, Î.P.-É.	RCC Halifax	Voyageur décolle en direction de St. John's
04 h 35	Universal Helicopter		Arrive sur les lieux
04 h 40	RCC Halifax	BFC Greenwood	Soutien aérien supplémentaire; Aurora base à Greenwood, N.-É. désigné commandant sur place
05 h 00	*Selfoss*	Station radio mar. Garde côtière (VON) St. John's	Le *Selfoss* a été le premier navire à répondre à la diffusion à tous les navires
06 h 00	Universal Helicopter		Se dirige sur St. John's
06 h 15	SAREC St. John's	RCC Halifax	Le premier hélicoptère de recherche et sauvetage de Summerside atterrit à St. John's
06 h 30	103e Unité de sauvetage	RCC Halifax	Hélicoptère SAR décolle de Gander pour St. John's
06 h 50	103e Unité de sauvetage	RCC Halifax	Deuxième hélicoptère SAR décolle de Gander pour St. John's
07 h 14	BFC Greenwood	RCC Halifax	Aurora décolle en direction de l'*Ocean Ranger*
07 h 30	SAREC St. John's	RCC Halifax	Hélicoptères SAR en provenance de Gander atterissent à St. John's pour refaire le plein et recevoir les derniers renseignements sur les opérations de sauvetage
07 h 35	Mobil St. John's	SAREC St. John's	Avisé que l'*Ocean Ranger* a disparu

08 h 30	SAREC St. John's	RCC Halifax	Deux hélicoptères SAR décollent en direction des lieux du sinistre
08 h 35			Deux appareils de Universal Helicopters retournent à St. John's en provenance de l'emplacement de l'*Ocean Ranger*
09 h 35	Aéronef SAR	SAREC St. John's	Aéronef SAR arrive sur les lieux et commence à coordonner les recherches
09 h 46	RCC Halifax	SAREC St. John's	Instructions pour l'ordre de mission du NGCC *Bartlett*
10 h 42	RCC Halifax	SAREC St. John's	Instructions pour l'ordre de mission du *Gadus Atlantica* qui se trouvait à 119 milles des lieux
10 h 43	RCC Halifax	SAREC St. John's	Le NGCC *Bartlett* relève le NGCC *Sir Humphrey Gilbert*
11 h 39	RCC Halifax	SAREC St. John's	Le *Java Seal* reçoit l'ordre de mission
		16 FÉVRIER	
09 h 08	RCC Halifax	SAREC St. John's	Le NGCC *Bartlett* reçoit l'ordre de mission en remplacement du *Gilbert*
		17 FÉVRIER	
16 h 30	RCC Halifax	SAR Ottawa	Demande officielle de réduire les efforts de recherche
		19 FÉVRIER	
23 h 10	SAR Ottawa	RCC Halifax	Abandon des recherches en vue de retrouver des survivants, cependant les navires se trouvant dans le secteur maintiennent la veille

10

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

CHAPITRE 10 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans la partie I du décret délimitant ses pouvoirs, la Commission royale a reçu l'instruction de faire enquête, de présenter un rapport et de formuler des recommandations sur toutes les questions directement reliées à la plate-forme *Ocean Ranger* et à sa perte. Les neuf premiers chapitres du rapport présentent de manière extrêmement détaillée les résultats de cette enquête. L'étude des témoignages et des preuves a permis de tirer certaines conclusions sur les causes de la perte de la plate-forme et de son équipage, et de formuler des recommandations sur diverses questions soulevées au cours de l'enquête. Les conclusions et recommandations dans ce dernier chapitre se rapportent à chacune des rubriques de la partie I du mandat. Cependant, puisque les témoignages portaient essentiellement sur le naufrage de l'*Ocean Ranger* et n'étaient pas destinés à obtenir des informations ou opinions sur toute l'industrie des forages en mer, les recommandations qui nécessitent des informations complémentaires sont renvoyées au rapport final. Par ailleurs, la partie II du mandat va au-delà du seul naufrage de l'*Ocean Ranger*, puisqu'elle concerne le problème général de la sécurité des opérations de forage au large de la côte est du Canada; par conséquent, il faudra obtenir des témoignages et opinions de portée beaucoup plus générale avant de tirer des conclusions et de formuler des recommandations sur ce problème.

«1. Qu'ils fassent enquête et rapport sur la perte de tous les membres de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée *Ocean Ranger*, et de l'*Ocean Ranger*, le 15 février 1982 ou environ, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador, les raisons et les causes dudit naufrage . . .»

La perte de l'*Ocean Ranger* a été causée par une série d'événements résultant de la conjonction d'une tempête particulièrement violente, de l'insuffisance dans la conception de la plate-forme et de carences dans l'intervention de l'équipage. Puisque l'on avait décidé d'installer la salle de commande des ballasts dans la troisième colonne de tribord, à 28 pieds au-dessus de la cote moyenne du tirant d'eau opérationnel, il aurait fallu protéger la salle et son équipement contre toutes les forces de l'environnement raisonnablement prévisibles. À compter parmi les points faibles dans la conception de la plate-forme étaient le fait qu'on ne prévoyait pas des verres de hublot assez résistants et le fait qu'on ne stipulait pas que les éléments du panneau de commande des ballasts devaient être conçus pour fonctionner dans un environnement où ils risquaient d'être exposés à l'eau de mer. Par ailleurs, le système de commande des ballasts était inutilement compliqué, et les connections entre les circuits électriques assurant la commande et la surveillance du système non seulement mettaient la console de commande des ballasts à la merci de pannes communes, mais risquaient aussi de produire des informations déroutantes. Finalement, l'absence d'un système de lecture à distance du tirant d'eau de la plate-forme exigeait que l'on ouvre régulièrement les contre-hublots pour examiner les marques de l'échelle de tirant d'eau. Ce défaut conceptuel a amené l'équipage à prendre l'habitude dangereuse de laisser les contre-hublots ouverts en permanence.

Malgré la défaillance du verre des hublots et du panneau de commande des ballasts, le naufrage aurait pu être évité si l'équipage avait été capable d'intervenir avec compétence. En effet, si on avait simplement fermé les contre-hublots, coupé les circuits d'alimentation électrique et d'aération du tableau, puis nettoyé l'eau et les éclats de verre avant de se retirer pour la nuit, l'*Ocean Ranger* et tout son équipage auraient survécu à la tempête.

L'imprudence dont a fait preuve l'équipage en ne fermant pas les contre-hublots pendant la tempête a été le premier maillon d'une chaîne d'événements funestes. Méconnaissant les principes de fonctionnement du système de ballasts et confronté aux problèmes résultant de l'arrivée d'eau dans la salle de commande des ballasts, l'équipage décida de réactiver le panneau, conformément à la procédure de maintenance, ce qui eut pour effet involontaire de laisser entrer l'eau dans le ponton de bâbord. Constatant alors que la plate-forme commençait à gîter vers l'avant par bâbord, il décida de vider les réservoirs avant par pompage, sans se rendre compte qu'une ou plusieurs soupapes des réservoirs de ballasts arrière pouvaient être ouvertes, ce qui eut pour effet d'accentuer involontairement la gîte vers l'avant, puisqu'on était en train de vider les réservoirs arrière en même temps. Méconnaissant également les principes de fonctionnement des tiges de commande manuelle, l'équipage fit l'erreur de les enfoncer dans le but d'essayer de fermer les soupapes, ce qui eut pour effet d'ouvrir jusqu'à 15 soupapes de réservoirs de ballasts et de permettre à l'eau de ballast de graviter vers l'avant, accentuant encore la gîte de la plate-forme.

À cause d'un autre défaut conceptuel, l'eau put s'engouffrer dans les puits à chaînes qui n'étaient pas protégés par des couvercles étanches aux intempéries et ne comportaient aucune installation de pompage permanente. L'inondation des compartiments du pont supérieur, du fait des dégâts infligés aux quartiers d'habitation et aux manches à air conduisant à la zone d'entreposage des sacs, contribua également au chavirement de la plate-forme.

Chacun des 84 membres d'équipage perdit la vie dans le naufrage. L'examen des corps récupérés en mer permit d'établir que les décès furent causés par la noyade en état d'hypothermie. Si l'abandon de la plate-forme devenait nécessaire, il était primordial que l'équipage puisse survivre jusqu'à l'arrivée des secours. Le fait qu'il n'y ait eu aucun survivant s'explique avant tout par l'absence de procédure d'évacuation offrant une garantie raisonnable d'abandon de la plate-forme en toute sécurité, eu égard aux circonstances. Certes, l'une des embarcations de sauvetage arrière réussit miraculeusement à s'éloigner de la plate-forme, mais elle fut endommagée durant sa chute à un point tel que l'on ne pouvait plus la considérer comme une embarcation sûre. En ce qui concerne l'autre bateau de sauvetage arrière, on croit qu'elle a été perdue après avoir été lancée à la mer. Le deuxième facteur important ayant contribué à la perte de l'équipage a été l'absence de combinaisons de survie sur la plate-forme. Ces combinaisons étaient sur le marché à l'époque du naufrage, et, correctement utilisées, ils auraient pu prolonger sensiblement la période de survie des membres de l'équipage. Il est fort probable que certains membres de l'équipage auraient survécu si chacun d'eux avait pu être protégé de manière adéquate par une combinaison de survie.

«1.a) . . .[Qu'ils fassent enquête . . . au sujet] de la conception, de la construction et de la stabilité de l'*Ocean Ranger* et de sa capacité de mener des opérations de navigation et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;»

Certaines des caractéristiques conceptuelles de l'*Ocean Ranger* ont manifestement contribué à son naufrage, notamment l'emplacement de la salle de contrôle des ballasts, la résistance insuffisante du verre des hublots, le manque de protection de la console de contrôle des ballasts et la vulnérabilité des puits à chaînes aux risques d'inondation. On peut également formuler certaines réserves à l'égard d'autres caractéristiques de la plate-forme, notamment de la capacité décroissante du système de pompage à évacuer l'eau des réservoirs avant alors que la plate-forme gîtait vers l'avant, et de l'emplacement des tubes abritant les indicateurs de niveau des réservoirs.

À part la défaillance du verre du hublot de la salle de commande des ballasts, rien ne permet de dire que la structure de l'*Ocean Ranger* n'était pas saine. Les inspections en plongée n'ont révélé aucune défaillance structurelle primaire de la plate-forme, les dégâts constatés à cette occasion ayant été la conséquence et non la cause du naufrage. Le fait que la plate-forme n'ait pas été plus endommagée témoigne au demeurant de sa solidité structurelle.

Rien ne prouve non plus que le déséquilibre initial de la plate-forme et son chavirement ultime aient été causés par une perte de stabilité à l'état intact. Selon le rapport de la matinée du 14 février et la version préliminaire du rapport de stabilité récupéré dans la salle de commande des ballasts au cours d'une plongée, l'*Ocean Ranger* avait ce jour-là une charge de pont relativement légère et une distance métacentrique positive excédant largement les spécifications minimales. De fait, le surcroît de stabilité produit par les systèmes d'ancrage lui garantissait une distance métacentrique efficace encore plus grande et un degré de stabilité plus que suffisant pour faire face à la tempête. Cela dit, certaines questions posées au cours des audiences au sujet de la stabilité de la plate-forme exigent un commentaire.

Il n'est pas rare de constater avec le temps un alourdissement non enregistré des unités de forage [1]. Ce phénomène peut s'expliquer aussi bien par l'existence d'une charge supplémentaire qui n'a pas été enregistrée que par des erreurs dans l'estimation du poids enregistré. Selon certaines analyses, l'alourdissement annuel non enregistré des plates-formes peut parfois dépasser vingt tonnes et avoir des conséquences néfastes sur leur stabilité, surtout si l'on considère que la charge supplémentaire se situe généralement au-dessus de leur centre de gravité verticale (CGV), ce qui a pour conséquence regrettable de relever le CGV. Si l'on ne peut lire avec précision les marques de tirant d'eau et si l'on n'effectue pas des contrôles périodiques de port en lourd ou des tests de réinclinaison, cet alourdissement graduel risque de passer inaperçu.

Le processus d'analyse de la stabilité d'une unité semi-submersible, aux étapes de conception et de classification, comprend la détermination d'un angle d'envahissement par les hauts et le calcul des courbes des moments de redressement et d'inclinaison jusqu'à cet angle. Si, jusqu'à cet angle, le rapport entre l'énergie de redressement et l'énergie d'inclinaison dans certaines conditions de vent pré-établies correspond aux spécifications de classification, on considère que l'unité est conforme aux critères de stabilité à l'état intact. En ce qui concerne l'*Ocean Ranger*, on considérait que l'angle d'envahissement par les hauts était l'angle auquel les puits à chaînes commenceraient à être inondés par mer calme, sans tenir compte des houles pouvant atteindre les puits à chaînes avant que la plate-forme n'arrive à l'angle d'envahissement par les hauts. Or, des essais sur maquette avaient confirmé qu'en situation de tempête, l'inondation des puits à chaînes commencerait bien avant que la plate-forme n'arrive à l'angle d'envahissement par les hauts. Puisque l'on n'avait pas assuré l'étanchéité des ouvertures d'envahissement par les hauts, il semble que l'on ait fait preuve d'une certaine légèreté en déterminant l'angle d'envahissement par les hauts dans un contexte statique.

L'*Ocean Ranger* a chaviré à cause d'une perte de stabilité résultant de la gravitation de l'eau vers les réservoirs de ballast avant, et à cause de l'inondation des puits à chaînes et de la coque supérieure. Il semble insuffisant de vouloir évaluer la stabilité après endommagement en fonction de l'inondation d'un seul compartiment, et l'on devrait donc envisager de revoir les critères d'évaluation. Si, comme dans le cas de l'*Ocean Ranger*, les calculs de stabilité sont fondés sur l'intégrité et la flottaison de la coque supérieure, il est indispensable que la structure de celle-ci soit étanche

1. À moins d'indication contraire dans le contexte, l'expression «unités de forage» s'applique, dans ce chapitre, aux unités semi-submersibles de forage en mer du type utilisé ou envisagé pour les opérations au large de la côte est du Canada.

pour la distance nécessaire à partir de la périphérie. L'inondation de la zone d'entreposage des sacs et des quartiers d'habitation a entraîné la perte de flottaison de l'*Ocean Ranger*, ce qui en a précipité le chavirement.

L'aptitude d'une plate-forme à effectuer des opérations maritimes et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve dépend de nombreuses variables, notamment de sa conception et de son aménagement structurel, ainsi que de ses risques de détérioration pendant sa vie utile. Les défauts conceptuels qui ont contribué au naufrage, résumés ci-haut, montrent qu'il était probable qu'un incident de ce genre se produirait tôt ou tard, et portent à conclure que l'aptitude de l'*Ocean Ranger* à effectuer des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve était considérablement réduite. Il n'en reste pas moins que l'intervention compétente de l'équipage eût permis de surmonter les conséquences de ces insuffisances conceptuelles et d'éviter le désastre. Rien ne permet de croire que l'*Ocean Ranger* se soit détériorée pendant sa vie utile ou qu'elle n'ait pas été entretenue de manière adéquate. La Commission royale recommande:

1. Que l'on procède immédiatement à la vérification de toutes les ouvertures structurelles des unités de forage conduisant à des secteurs abritant des équipements critiques en matière de stabilité et de sécurité des plates-formes, et que l'on évalue notamment l'intensité des forces extérieures susceptibles d'affecter ces ouvertures et la robustesse des matériaux utilisés pour les protéger. Si l'on estime que ces matériaux ne sont pas assez robustes pour offrir une marge de sécurité adéquate, qu'ils soient renforcés ou remplacés par des matériaux de robustesse appropriée.

2. Que l'on exige, pour toutes les unités de forage, l'installation, sur toutes les ouvertures structurelles mentionnées ci-dessus, de couvercles pouvant être rapidement et facilement verrouillés lorsqu'une tempête est annoncée. Que l'équipage de chaque unité de forage soit tenu d'adopter et d'appliquer des procédures opérationnelles garantissant la fermeture et le verrouillage de ces couvercles lorsque les prévisions ou conditions météorologiques se dégradent au-delà des critères établis.

3. Que l'on procède à l'analyse systémique de tout l'équipement critique de stabilité et de sécurité des plates-formes, notamment à l'analyse des risques d'endommagement de cet équipement et à la vérification de l'intégrité des systèmes secondaires de secours s'il y en a, et que des mesures appropriées soient prises, suivant les cas, pour protéger cet équipement contre tous les risques raisonnablement prévisibles.

4. Si l'inondation d'un ou plusieurs puits à chaînes risque d'avoir des effets néfastes sur la stabilité de la plate-forme, que ces puits à chaînes soient équipés de systèmes d'alerte en cas d'inondation, soient rendus étanches aux intempéries et soient équipés d'un système efficace de pompage.

5. Que le système de pompage de l'eau de ballast des unités de forage ait une capacité suffisante pour rétablir l'équilibre de la plate-forme lorsqu'elle a un niveau d'inclinaison pouvant aller jusqu'au plus élevé des deux angles suivants: l'angle d'envahissement par les hauts en condition statique, ou l'angle atteint dans le pire cas de stabilité après endommagement.

6. Que les tubes abritant les capteurs de sondage des réservoirs soient situés de manière à en permettre la lecture la plus exacte possible lorsque la plate-forme n'est pas en position d'équilibre.

7. Que des tables de conversion soient préparées pour permettre l'évaluation exacte du contenu des réservoirs lorsque la plate-forme n'est pas en position d'équilibre.

8. Que les soupapes de prise d'eau de mer puissent être fermées manuellement à partir d'un emplacement situé au-dessus du pont découvert.

9. Que toutes les unités de forage soient équipées d'instruments d'indication et de lecture à distance du tirant d'eau.

10. Que toutes les unités de forage soient équipées d'indicateurs enregistreurs permettant de déterminer avec exactitude la tension maximum et minimum des chaînes d'ancrage, de façon à obtenir un registre permanent de tous les chiffres de tension des chaînes d'ancrage.

11. Que chaque unité de forage fasse l'objet d'un contrôle quadriennal de port en lourd et d'une vérification de charge, exécutés sous la supervision de l'organisme de réglementation ou de son agent habilité.

12. Que l'on cesse d'utiliser les angles d'envahissement par les hauts en position statique pour le calcul du rapport d'énergie de redressement ou d'inclinaison aux fins de l'élaboration du diagramme d'équilibre des moments, sauf si le point d'envahissement par les hauts est adéquatement étanche aux intempéries. Si tel n'est pas le cas, que l'on calcule un angle dynamique sur la base des conditions d'inondation du pont en situation théorique de mer agitée et, s'il y a lieu, sur des tests de maquette et des simulations informatisées.

«1. b) . . .[Qu'ils fassent enquête. . .au sujet] de l'inspection, des procédures d'inspection, de la classification et de la délivrance du permis et du certificat de navigabilité de l'*Ocean Ranger* l'autorisant à mener des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;»

La Commission royale a recueilli de nombreux témoignages sur les règles, les normes, les règlements et les procédures de contrôle des divers organismes concernés qui ont affecté l'*Ocean Ranger* et son équipage. Ces témoignages ont fait ressortir certaines lacunes au niveau des procédures de contrôle des activités maritimes de l'*Ocean Ranger* par les organismes de réglementation. Les règlements régissant les opérations industrielles de la plate-forme étaient adéquats, et leur application était adéquatement assurée par des inspections bimensuelles. Par contre, l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC), et la Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate (la Direction générale du pétrole) se fiaient aux certificats émis par l'American Bureau of Shipping (ABS) et par la Garde côtière des États-Unis pour attester de la sécurité des opérations maritimes de la plate-forme. Lorsque l'*Ocean Ranger* est arrivée dans le secteur des Grands bancs, le Canada ne disposait pas de ses propres normes, qui lui auraient permis d'évaluer les activités de la plate-forme. Par conséquent, les autorités canadiennes ont accepté la classification de la plate-forme par l'ABS et l'approbation par celle-ci de son *Manuel d'exploitation (Booklet of Operating Conditions)*, sans effectuer leur propre analyse de la plate-forme et de ses modalités d'exploitation. Lors de leur témoignage, les représentants de l'APGTC et de la Direction générale du pétrole ont affirmé que la sécurité des opérations maritimes n'était pas pour eux une question prioritaire, et qu'ils considéraient que les certificats délivrés par l'État du pavillon, avec l'approbation de la société de classification, offraient toutes les garanties requises.

Les règlements et directives de la province de Terre-Neuve ne concernaient pas les opérations maritimes de la plate-forme. Puisqu'il existait des règlements de portée générale de l'APGTC dans ce domaine, la Direction générale du pétrole s'en remettait à l'APGTC et à ses inspecteurs pour en assurer l'exécution. Cependant, l'APGTC ne veillait pas au respect de ses propres règlements du fait du chevauchement existant entre ces derniers, les règlements relevant de la compétence traditionnelle de l'État du pavillon et les règles des sociétés de classification. L'APGTC et la Direction générale du pétrole ont fait l'erreur de supposer qu'ODECO respecterait les critères du Certificat d'inspection de 1979 délivré par la Garde côtière des États-Unis et du *Manuel d'exploitation* homologué par l'ABS et la Garde côtière des États-Unis. Cependant, la Garde côtière des États-Unis ne contrôlait pas le respect des conditions formulées dans le *Certificate of inspection*, qui exigeaient que l'on apporte des modifications au matériel de sauvetage de la plate-forme. Elle n'assurait pas non plus le respect des critères énoncés dans le *Certificate* à l'égard de l'équipage maritime, ni ne surveillait la date d'expiration du *Certificate*. Selon ces critères, il manquait au minimum sur l'*Ocean Ranger* trois opérateurs certifiés de bateaux de

sauvetage et deux matelots brevetés. Finalement, le *Certificate of inspection* et le *Certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge* délivrés à l'*Ocean Ranger* par la Garde côtière des États-Unis étaient arrivés à expiration le 27 décembre 1981. La Commission royale recommande:

> **13.** Que la confirmation de la validité d'une approbation de programme de forage ou d'une autorisation de forage soit conditionnelle à la validité de tous les certificats de l'unité de forage, tels que détaillés dans la partie 1 de l'annexe B des *Directives et procédures* d'avril 1984 de l'APGTC.

L'un des arguments avancés par le conseiller juridique du gouvernement du Canada était que le Canada n'avait pas la compétence juridique nécessaire pour imposer ses règlements sur la sécurité maritime aux unités mobiles de forage en mer battant pavillon étranger et opérant sur son plateau continental au-delà de la limite de 12 milles. À son avis, ces unités de forage, telle l'*Ocean Ranger*, sont assujetties aux dispositions de l'État du pavillon et non pas à la *Loi sur la marine marchande du Canada*. Malgré la validité juridique de cet argument, il reste que les unités de forage battant pavillon étranger peuvent et devraient être réglementées par le Canada, au moyen des permis de forage délivrés aux exploitants. Étant donné le caractère limité des procédures d'exécution des dispositions réglementaires de la Garde côtière des États-Unis vis-à-vis de l'*Ocean Ranger*, le Canada devrait imposer ses propres normes.

Suite au naufrage de l'*Ocean Ranger*, les organismes canadiens de réglementation ont modifié certaines de leurs dispositions. Ainsi, en juillet 1982, la Direction générale du pétrole a promulgué des règlements régissant la conception, la construction et la stabilité des unités mobiles de forage en mer opérant au large de Terre-Neuve. Dans ce contexte, une tierce partie indépendante devra désormais vérifier que chaque unité de forage est conforme aux règlements établis par la province avant que puisse lui être délivré un certificat d'aptitude d'une validité maximale de cinq ans.

Les modifications apportées à la réglementation fédérale depuis la perte de l'*Ocean Ranger* ne sont pas claires. En 1984, la Direction de la sécurité des navires, de la Garde côtière canadienne, a publié des *Normes provisoires concernant les unités mobiles de forage en mer*, dont les dispositions s'inspirent du *Recueil de règles relatives à la construction et à l'équipement des unités mobiles de forage au large* de l'Organisation maritime internationale.

Bien qu'elles se présentent sous la forme de règlements, les *Normes provisoires* n'ont pas été promulguées au titre des dispositions de la *Loi sur la marine marchande du Canada* et n'ont donc pas force exécutoire. Les pouvoirs relatifs à l'adoption de ces règlements sont énoncés à l'article 370(2)a de la *Loi*, qui régit les décisions du Bureau canadien d'inspection des navires à vapeur. En ce qui concerne l'élaboration de règles et règlements, elle est autorisée par l'article 370(3) de la *Loi*, qui stipule aussi, entre autres, que ces règles et règlements ont force exécutoire tout comme s'ils avaient été inclus dans la *Loi* elle-même, dès qu'ils ont été approuvés par le gouverneur en conseil. Les *Normes provisoires* n'ont pas été approuvées par le gouverneur en conseil.

Même si les *Normes provisoires* avaient force exécutoire, elles s'appliqueraient essentiellement aux nouvelles unités de forage et ne concerneraient les unités existantes que dans la mesure jugée «raisonnable et pratique» par le Bureau canadien d'inspection des navires à vapeur. Par conséquent, rien ne garantit que ces normes, dont certaines sont extrêmement souhaitables, permettraient de réglementer les plates-formes actuelles. Il eût été préférable d'adopter, par voie réglementaire, des normes minimales pour toutes les unités et des normes plus sévères pour les nouvelles, si cela avait été jugé nécessaire.

Le préambule des *Normes provisoires* stipule que toutes les unités de forage battant pavillon étranger devront les respecter dans la même mesure que si elles bat-

taient pavillon canadien. La Commission royale approuve sans réserve cette exigence, mais craint néanmoins que le système réglementaire actuel ne permette pas d'en assurer l'application. Les directives de 1984 de l'APGTC exigent que des plans de construction détaillés soient soumis à la Garde côtière canadienne (GCC) «pour assurer le respect des normes de la GCC par les unités mobiles de forage en mer». Elles stipulent également que les unités de forage battant pavillon étranger doivent, pour respecter les normes de la GCC, soumettre les informations détaillées énoncées à l'Annexe B des directives, mais cette annexe porte sur des informations qu'on ne retrouve pas dans le règlement de l'APGTC, qu'elle prétend interpréter. Par conséquent, même si l'on pouvait imposer les *Normes provisoires* de la Garde côtière canadienne aux unités battant pavillon étranger, ces normes resteraient indéfinies car elles se limiteraient à celles jugées «raisonnables et pratiques» par le Bureau canadien d'inspection des navires à vapeur.

Étant donné cette situation, même si certaines des recommandations de la Commission royale semblent reproduire certaines dispositions des *Normes provisoires*, il est important de bien insister sur le fait que toutes les dispositions réglementaires devraient s'appliquer à toutes les unités de forage et devraient être présentées sous une forme telle que l'on puisse en assurer l'exécution. La Commission royale recommande:

> **14.** Que le Canada adopte des normes pour la conception, la construction et la stabilité des unités de forage en mer, et qu'aucune unité de forage ne soit autorisée à opérer tant que ces normes ne sont pas respectées, ce qui doit être confirmé par un *Certificat d'aptitude* délivré par l'organisme de réglementation ou en son nom.

En outre, ces normes canadiennes de conception, de construction et de stabilité des unités de forage devraient être complétées par des normes opérationnelles. En effet, en ce qui concerne les navires, c'est non seulement leur conception, leur construction et leur stabilité, mais aussi leur exploitation qui sont assujetties aux règlements établis au titre de la *Loi sur la marine marchande du Canada*. Rien ne saurait donc justifier que les unités de forage soient exemptées de cette exigence. Certes, les *Normes provisoires* prévues par la Garde côtière canadienne contiennent des dispositions opérationnelles s'appliquant aux unités de forage, mais ces dispositions ne correspondent pas aux normes opérationnelles complètes qui devraient être spécialement élaborées pour toutes les unités opérant au large de la côte est du Canada.

Cela ne veut pas dire que tous les règlements établis au titre de la *Loi sur la marine marchande du Canada* devraient systématiquement s'appliquer aux unités de forage, selon le principe que celles-ci doivent être assimilées à des navires dans le contexte de cette *Loi*. Cela signifie plutôt qu'il importe de reconnaître que ces unités, bien que n'étant pas des «navires» au sens propre, sont des structures de catégorie spéciale, exécutant des opérations spécialisées d'une manière sensiblement différente des navires conventionnels. Si l'on accepte ce raisonnement, on doit conclure qu'il importe d'élaborer des normes opérationnelles spécifiques à l'intention des unités de forage, normes qui pourraient être à la fois réalistes et acceptables si elles étaient préparées en consultation avec l'industrie du forage en mer.

Les changements adoptés par l'APGTC depuis 1982 sont essentiellement appliqués par voie de «directives» complétant les règlements, mais ceux-ci n'ont pas changé. De plus, énoncer des directives pour appliquer des normes ne représente en fait qu'une simple interprétation des exigences réglementaires. Étant donné que ces directives sont elles aussi sujettes à interprétation par l'industrie et le gouvernement, elles risquent de ne pas être appliquées de manière cohérente à tous les exploitants. Le problème de l'efficacité de cette méthode de réglementation par voie de «directives» est étudié en détail dans le rapport final. La Commission royale recommande:

15. Que l'industrie soit consultée chaque fois que des règlements ou directives sont utilisés pour exprimer la volonté de l'organisme de réglementation, afin d'en assurer la bonne administration et une exécution cohérente.

16. Que le Canada adopte des normes opérationnelles générales pour les unités de forage.

Les *Normes provisoires* exigent également la présentation et l'approbation d'un manuel opérationnel énonçant les procédures requises pour assurer la sécurité des unités, en conditions d'exploitation normales et exceptionnelles. Cette disposition devrait être adoptée, mais le manuel d'exploitation et le livret des procédures d'urgence devraient être combinés et indiquer clairement si les procédures à suivre ont un caractère obligatoire ou ne constituent que des directives. De plus, ce document devrait stipuler que toute situation dans laquelle des procédures obligatoires ne sont pas appliquées devrait être enregistrée et faire l'objet d'un rapport écrit adressé à l'organisme de réglementation approprié. La Commission royale recommande:

17. Que des normes ou procédures opérationnelles soient énoncées pour chaque plate-forme ou unité de forage, en plus des normes opérationnelles générales et catégoriques. Que ces normes soient présentées dans un manuel des conditions d'exploitation et des procédures d'urgence rédigé pour chaque unité, et soient assujetties à l'approbation de l'organisme de réglementation. Que les conditions ou procédures à caractère obligatoire soient clairement désignées, et qu'une méthode soit prévue pour enregistrer et signaler à l'organisme de réglementation toutes circonstances dans lesquelles les dispositions obligatoires n'auront pas été respectées.

En cas de sinistre maritime impliquant une unité de forage battant pavillon canadien, toute organisation ou personne détenant des informations, des documents ou des registres concernant l'unité est obligée de les mettre à la disposition des enquêteurs fédéraux, si cela est nécessaire pour mener une enquête au titre de la *Loi sur la marine marchande du Canada*. Il n'existe cependant aucune disposition parallèle concernant les sinistres impliquant une plate-forme battant pavillon étranger. Certes, le propriétaire de l'unité qui ne respecterait pas cette disposition risque de perdre son permis d'exploitation, mais cela ne garantit aucunement que les informations pertinentes seront communiquées aux enquêteurs canadiens.

Puisque la politique canadienne veut que ce soient, dans la mesure du possible, des citoyens canadiens qui forment les équipages des plates-formes étrangères exploitées avec des permis canadiens, ces citoyens devraient bénéficier des mêmes avantages résultant des enquêtes sur les accidents maritimes que leurs homologues travaillant sur des plates-formes battant pavillon canadien. Puisque les *Normes provisoires* proposées sont censées s'appliquer aux unités de forage battant pavillon étranger, tout comme s'il s'agissait d'unités battant pavillon canadien, toutes les unités devraient être tenues de respecter les exigences canadiennes en matière d'enquêtes sur les sinistres maritimes. La Commission royale recommande:

18. Qu'aucune unité de forage ne soit autorisée à opérer tant que son propriétaire ou une autre personne appropriée n'aura pas fourni aux autorités canadiennes concernées une autorisation irrévocable donnant au constructeur, à l'architecte, à la société de classification et à l'État du pavillon l'ordre de fournir, sur demande, toutes les informations et tous les documents concernant la plate-forme.

19. Qu'aucune unité de forage ne soit autorisée à opérer tant que son propriétaire ou une autre personne appropriée n'aura pas donné aux autorités canadiennes pertinentes l'engagement irrévocable de respecter jusque dans leurs moindres détails toutes les requêtes, demandes et assignations présentées par tout organisme canadien habilité à mener une enquête sur un sinistre maritime, et que, pour assurer l'exécution d'un tel engagement, le propriétaire ou toute autre personne appropriée soient tenus de

verser une caution ou une autre garantie de nature et de montant stipulés par les autorités canadiennes.

Malgré les normes rigoureuses et les inspections minutieuses envisagées par les *Normes provisoires*, il se peut fort bien que certaines caractéristiques des unités de forage soient encore fondamentalement dangereuses ou à tout le moins indésirables. Ainsi, sur l'*Ocean Ranger*, l'emplacement des chaumards et des câbles d'ancrage au-dessus du niveau de l'eau, l'emplacement de la salle de commande des ballasts, l'emplacement dangereux et la relative fragilité du verre du hublot de la salle de commande des ballasts, le fait que les ouvertures des puits à chaînes n'étaient pas protégées, et l'utilisation de canots de sauvetage gonflables et jetables par-dessus bord équipés d'amarres atteignant à peine la surface de l'eau, constituaient des caractéristiques que l'on aurait pu éviter.

Avant d'entreprendre des opérations de forage au large de la côte est du Canada, et à intervalles réguliers ensuite, toutes les unités de forage devraient faire l'objet d'une analyse complète de leurs systèmes critiques, des méthodes d'opération de ceux-ci et de leur interaction. Si l'organisme de réglementation pertinent n'a pas la compétence voulue pour effectuer cette analyse, il devrait engager les experts nécessaires, qui agiront en son nom. Or, il serait inapproprié d'engager à cette fin des organismes ou personnes ayant participé à la conception, à la construction ou à la classification de l'unité concernée. La Commission royale recommande:

20. Que l'organisme de réglementation approprié réalise ou fasse réaliser une analyse des systèmes critiques et de leur interaction sur toutes les unités de forage, afin de déterminer l'aptitude de ces systèmes à réagir à des situations d'urgence. Que soient ensuite effectuées les analyses périodiques jugées nécessaires.

On peut tirer des enseignements précieux de l'étude des sinistres, des accidents et des pannes d'équipement. Si les informations pertinentes sont connues par d'autres exploitants ou entrepreneurs, et si elles peuvent contribuer à la sécurité des lieux de travail, elles devraient être mises à la disposition de tous. La Commission royale recommande:

21. Que l'on procède à la compilation de données sur les pannes d'équipement, les accidents, les événements dangereux et tous les «événements importants», tels que définis par l'organisme de réglementation approprié. Que ces données soient ensuite systématiquement analysées, indexées et diffusées aux membres de l'industrie des forages en mer, sous une forme qui, dans la mesure du possible, ne permettra pas d'identifier les unités sur lesquelles ces événements sont survenus.

« 1. c) . . .[Qu'ils fassent enquête. . .au sujet] de tous les aspects de la sécurité de la vie en mer, y compris la qualité et la quantité d'équipement de sauvetage à bord de l'*Ocean Ranger*, et si un tel équipement de sauvetage a été utilisé ou aurait pu l'être;»

Les principaux équipements de sauvetage mis à la disposition de l'équipage pour évacuer l'*Ocean Ranger* comprenaient des bateaux de sauvetage en fibre de verre complètement fermés, des canots de sauvetage gonflables et des gilets de sauvetage. Les témoignages ont cependant révélé que seuls ont été utilisés les bateaux et les gilets de sauvetage. L'*Ocean Ranger* avait à son bord quatre bateaux de sauvetage au moment du naufrage, mais tous n'étaient pas utilisables pour évacuer l'équipage. Il semble en effet qu'un bateau Watercraft situé à l'arrière n'était pas complètement équipé, et qu'un autre n'avait pas encore été installé. Au cours de l'évacuation, un bateau Harding, situé lui aussi à l'arrière, a été lancé avec 30 membres d'équipage à son bord. Ce bateau a cependant été gravement endommagé, soit pendant, soit peu après son lancement, et les dégâts étaient suffisamment graves pour permettre à l'eau de s'y engouffrer, ce qui a contribué à le déstabiliser et à le faire chavirer. Le bateau Watercraft situé à l'arrière de la plate-forme n'a pas été récupéré. Certains membres d'équipage l'ont peut-être utilisé, et il est probable qu'il a été gravement endommagé, voire détruit, durant son lancement. Les équipes de secours ont retrouvé le bateau Harding de l'avant de la plate-forme, ainsi que le bateau Watercraft non installé; tous deux étaient alors gravement endommagés, mais rien n'indiquait qu'ils avaient été occupés.

Le 15 février 1982, les bateaux de sauvetage constituaient le principal moyen d'évacuation de la plate-forme. Dire que ce moyen était inadéquat est l'évidence même. En effet, le lancement à la mer de tels bateaux est déjà une manœuvre difficile et dangereuse par mer calme, et l'équipage l'avait rarement exécutée alors que les règlements exigeaient qu'il le fasse tous les trois mois. Il eût donc été fort peu probable que l'équipage réussisse à lancer les bateaux à la mer en toute sécurité pendant une tempête, avec la plate-forme dangereusement inclinée. De plus, les chances de succès de l'évacuation étaient d'autant plus réduites qu'il n'existe aucun côté protégé sur les plates-formes.

Des recherches se poursuivent dans un certain nombre de pays pour trouver une meilleure méthode d'évacuation des unités de forage, mais on peut craindre que le problème ne soit pas résolu de sitôt, étant donné l'absence d'incitations et de concertation à cet égard. Il est néanmoins impérieux que l'on trouve une solution efficace. Une méthode plus efficace serait coûteuse, et il est bien possible que son application générale soit retardée si se relâchent les pressions de nature réglementaire. Pour les autorités canadiennes, cependant, la mise au point d'un système d'évacuation efficace devrait être considérée comme un objectif prioritaire et urgent, justifiant l'octroi d'incitations pour la mise au point et l'installation des dispositifs appropriés. La Commission royale recommande:

> **22.** Que les autorités canadiennes considèrent que la mise au point d'un système d'évacuation offrant une méthode adéquate et sûre d'abandon des plates-formes, dans des situations d'urgence ou de tempête prévisibles, constitue une priorité absolue, et qu'elles utilisent tous les moyens à leur disposition pour en encourager la mise au point et l'utilisation le plus tôt possible.

Étant donné que la majorité des employés d'une unité de forage sont membres de l'équipage industriel et que ce sont leurs compétences industrielles plutôt que maritimes qui s'affinent avec l'expérience, l'unité de forage devrait être organisée, lorsqu'elle est positionnée, de façon à en permettre l'évacuation au moyen des bateaux de sauvetage tout comme s'il s'agissait d'un paquebot. En d'autres termes, les membres de l'équipage industriel devraient être considérés comme des passagers devant être évacués dans les bateaux de sauvetage, et non pas comme des marins capables de manœuvrer ces derniers. (Les problèmes relatifs à l'équipage maritime requis à cet effet sont examinés sous la rubrique 1(e) du mandat). Étant donné que l'*Ocean Ranger* gîtait vers l'avant, deux de ses bateaux de sauvetage n'ont pu être mis à la mer. Bien que les *Normes provisoires* contiennent déjà des dispositions semblables, il est recommandé:

> **23.** Que les unités de forage soient équipées de bateaux de sauvetage en nombre suffisant pour 200 % de l'équipage.

L'*Ocean Ranger* avait à son bord des canots de sauvetage gonflables permettant d'accueillir 200 % de l'équipage. Six ont été récupérés, tous gravement endommagés. Aucun n'avait été occupé ou utilisé durant l'évacuation. Ces canots devaient être lancés à la mer de manière manuelle ou hydrostatique, et l'on ne pouvait y avoir accès qu'à partir de la mer. De ce fait, pour y prendre place, les membres de l'équipage auraient dû descendre d'une hauteur de 70 pieds ou plus, le long de filets d'escalade. L'efficacité de ce genre de canots pour évacuer le pont d'une unité mobile de forage en mer pendant une tempête est extrêmement douteuse.

En 1979, la Garde côtière des États-Unis avait exigé que l'on installe sur l'*Ocean Ranger* des canots de sauvetage pouvant être lancés à partir soit de bossoirs, soit d'autres installations acceptables. ODECO a choisi de fournir deux bateaux de sauvetage supplémentaires, mais un seul avait été installé à la date du naufrage. Certes, des canots de sauvetage lancés à partir de bossoirs seraient astreints aux mêmes restrictions que les bateaux de sauvetage, mais la méthode de lancement par bossoirs

aurait été plus efficace que celle prévue sur l'*Ocean Ranger*. La Commission royale recommande:

24. Que les canots de sauvetage à bord des unités de forage puissent être mis à la mer au moyen de bossoirs.

Au moment de l'évacuation, il existait suffisamment de gilets de sauvetage pour tout l'équipage. Cependant, les sauveteurs ont constaté que bon nombre des noyés étaient tournés le visage dans l'eau, alors que d'autres étaient suspendus à leur gilet de sauvetage. Cela était peut-être dû au fait que les gilets n'étaient pas portés de manière adéquate. Un nombre indéterminé de gilets de sauvetage n'étaient pas conformes aux critères établis par la Garde côtière des États-Unis en matière de flottaison et de moment de redressement, mais ce phénomène n'a pas contribué aux pertes de vie.

Il n'y avait pas de combinaisons de survie à bord de l'*Ocean Ranger*, et il n'existait à l'époque aucun règlement exigeant que les unités mobiles de forage en mer opérant au large de la côte est du Canada en soient équipées. Pourtant, huit mois avant l'accident, l'APGTC avait envoyé un telex à tous les exploitants d'unités en mer recommandant l'installation de combinaisons de survie sur toutes les unités de forage, ainsi que sur tous les navires de soutien opérant sur la côte est du Canada et dans l'Arctique. Les exploitants et l'APGTC ne sont pas intervenus rapidement pour assurer l'application de cette recommandation. S'il y avait eu des combinaisons de survie sur l'*Ocean Ranger*, quelques membres de l'équipage au moins auraient survécu. Depuis le naufrage, l'APGTC a publié une directive stipulant que toutes les unités de forage doivent avoir à bord des combinaisons de survie en nombre suffisant pour 200 % de l'équipage.

«1.d) . . .[Qu'ils fassent enquête. . .au sujet] de tous les aspects de la santé et de la sécurité au travail des officiers et des membres de l'équipage de l'*Ocean Ranger*;»

Les témoignages recueillis portent à croire que le taux d'accidents de l'équipage de l'*Ocean Ranger* fut plus élevé que la moyenne de l'industrie pendant les premiers mois d'exploitation de la plate-forme à Hibernia. Ce phénomène a été attribué, assez légitimement, à l'arrivée de travailleurs n'ayant aucune expérience des forages en mer, voire des forages tout court, et aux risques inhérents à ce genre d'activité. Cette situation n'a cependant pas duré et, à la date du naufrage, la fréquence des accidents sur l'*Ocean Ranger* était comparable à celle des autres plates-formes opérant dans le même secteur. Rien ne permet de dire que des problèmes quelconques en matière de santé et de sécurité au travail aient pu causer la perte de la plate-forme et de son équipage, ou y contribuer.

«1.e) . . .[Qu'ils fassent enquête. . . au sujet] de l'accréditation, de la formation et de la sécurité des officiers et des membres de l'équipage, et de leurs responsabilités respectives, y compris de celles du capitaine et du chef de chantier de forage à bord de l'*Ocean Ranger*;»

Comme on a été déjà mentionné, l'équipage de l'*Ocean Ranger* n'était pas conforme aux dispositions du *Certificat d'inspection* de la Garde côtière des États-Unis. Puisqu'il n'y a eu aucun survivant, on ne saurait affirmer avec certitude que cette dérogation aux exigences a contribué à la perte de l'équipage. Il est cependant manifeste que l'évacuation de la plate-forme, dans les circonstances constatées le 15 février 1982, exigeait un degré élevé de compétence et de formation professionnelle. Manœuvrer les bateaux de sauvetage relève normalement des responsabilités d'un équipage ayant reçu une formation spéciale, pouvant certes exercer des fonctions industrielles ou maritimes régulières mais à condition d'avoir reçu en plus une formation particulière pour être spécialisé dans l'utilisation des bateaux de sauvetage. Par ailleurs, des exercices d'utilisation des bateaux de sauvetage devraient faire partie intégrante des fonctions régulières de ces équipages spécialisés. La Commission royale recommande:

25. Que les unités de forage soient tenues d'avoir à bord, en permanence, un nombre d'équipes de manœuvre des bateaux de sauvetage suffisant pour 100 % de l'équipage, plus une équipe supplémentaire.

26. Que chaque équipe de manœuvre des bateaux de sauvetage soit composée de quatre membres détenant chacun un *Certificat d'aptitude spécialisé*, conforme au règlement sur l'accréditation des équipes de manœu-

vre des bateaux de sauvetage, et que chaque membre susceptible de faire partie d'une équipe soit en plus tenu de prouver à l'examinateur qu'il a les compétences et les connaissances requises en matière:

a) de contrôle des passagers et d'organisation de l'équipage dans les situations d'urgence exigeant l'évacuation de l'unité;
b) de procédures et de techniques de survie;
c) de procédures et d'organisation des activités de sauvetage;
d) de caractéristiques de navigabilité des bateaux de sauvetage;
e) et d'utilisation de la radio du bateau de sauvetage.

27. Que l'on exige des équipes de manœuvre des bateaux de sauvetage qu'elles aient reçu une formation spéciale concernant l'utilisation et les manœuvres de la catégorie de bateaux de sauvetage à laquelle elles sont affectées, et que cette formation comprenne des exercices réels de lancement et de manœuvre des bateaux de sauvetage en mer.

28. Que l'on exige des équipes de manœuvre des bateaux de sauvetage qu'elles procèdent au lancement et à l'utilisation des bateaux de sauvetage en mer au moins deux fois par an. Si ces exercices ne peuvent être facilement réalisés à partir de l'unité de forage, ou ne peuvent l'être en toute sécurité, qu'ils soient exécutés à partir d'installations terrestres.

29. Que les sociétés de forage en mer adoptent des pratiques et incitations appropriées, entérinant l'importance des équipes de manœuvre des bateaux de sauvetage et garantissant que leurs membres ont suffisamment de temps et de ressources pour leur préparation et leur formation professionnelle.

30. Que les sociétés de forage soient tenues, par voie réglementaire, de signaler aux inspecteurs, pendant leurs inspections périodiques des unités mobiles de forage en mer, ceux des membres de l'équipage qui sont des opérateurs accrédités de bateaux de sauvetage.

Selon les règlements en vigueur à l'époque, il appartenait à la société exploitante (Mobil) de veiller à ce que tous les membres d'équipage de la plate-forme aient reçu les instructions et la formation voulues pour toutes les procédures d'opération et de sécurité requises. Pour s'acquitter de cette obligation, Mobil s'en remettait aux propriétaires des unités de forage. En ce qui concerne les organismes canadiens de réglementation, ils ont laissé aux entreprises le soin de déterminer le contenu du programme de formation des équipages et d'en assurer l'application. Ils n'ont fixé aucune norme minimale afin d'orienter les entreprises, même pour les postes critiques. Alors qu'il existait à l'époque un cours sur les fonctions des équipages en situation d'urgence, (MED) il n'était imposé par aucun règlement, et rien n'indique que l'un quelconque des membres d'équipage de l'*Ocean Ranger* l'ait suivi.

Les directives de 1984 de l'APGTC ont apporté des changements aux dispositions relatives à la formation professionnelle. Ainsi, les équipages des unités de forage doivent désormais suivre un cours accrédité de préparation aux situations d'urgence en mer, et apprendre à utiliser les paniers de sauvetage; les employés des unités de forage ancrées sur les Grands bancs doivent apprendre à se servir des lignes d'ancrage à décrochage rapide; le personnel maritime approprié doit réussir un programme de formation sur la commande des ballasts des unités flottantes, y compris sur l'utilisation des systèmes secondaires de secours; les équipages des bâtiments de soutien doivent savoir se servir du matériel de sauvetage de bord.

Ces directives ne constituent qu'une simple extension de l'exigence originelle voulant que le personnel soit «adéquatement formé», et sont encore trop vagues. Il existe pourtant, au titre de la *Loi sur la marine marchande du Canada*, un dispositif réglementaire permettant d'établir des critères de formation professionnelle et des examens destinés à garantir la compétence des équipages des navires conventionnels. C'est l'organisme de réglementation lui-même qui détermine les normes pertinentes

et délivre les certificats de compétence, après l'achèvement satisfaisant des programmes de formation. Il ne semble y avoir aucune raison pour que l'on n'adopte pas un système semblable en ce qui concerne les équipages des unités de forage en mer. Il ne serait d'ailleurs pas nécessaire d'exiger une accréditation pour chaque poste, mais uniquement pour ceux des membres d'équipage qui sont responsables de l'exploitation des systèmes critiques et de la sécurité générale de l'unité. La Commission royale recommande:

31. Que l'on examine les méthodes de formation utilisées sur les unités de forage, notamment les méthodes de formation «en cours d'emploi», afin de déterminer si elles sont adéquates; que l'organisme de réglementation, conjointement avec des représentants des sociétés de forage en mer, détermine si ces méthodes de formation sont adéquates et adopte des normes minimales pour des postes spécifiés.

32. Qu'aucune personne ne soit autorisée à occuper un poste spécifié sur une unité de forage quelconque tant qu'elle n'a pas obtenu un certificat valide délivré par l'organisme approprié, ou un certificat équivalent délivré par l'organisme pertinent d'un autre État dont les programmes de formation répondent aux normes canadiennes, sous réserve d'un délai approprié après l'adoption de ces normes.

33. Que le Canada prenne des mesures pour promouvoir l'adoption de normes internationales uniformes concernant les certificats mentionnés dans la recommandation ci-dessus.

Au cours des audiences publiques, on a beaucoup parlé de la formation des opérateurs de ballasts. En effet, au moment du naufrage, aucun des deux opérateurs de l'*Ocean Ranger* n'avait suivi de programme de formation structuré, tous deux ayant appris leur métier sur le tas. Aucune formation ni aucun examen officiels n'étaient exigés par les règlements. Il n'y avait à bord de la plate-forme aucun manuel décrivant complètement l'utilisation du tableau de commande des ballasts ou présentant des plans détaillés de ses divers éléments.

Étant donné le rôle critique de l'opérateur de ballasts, des recommandations spéciales au sujet de sa formation professionnelle sont nécessaires. La liste des sujets devant être inclus dans le programme de formation recommandé n'est en aucun cas exhaustive, et les détails devraient en être arrêtés conjointement avec l'industrie. La Commission royale recommande:

34. Que l'on élabore un programme de formation définissant les connaissances et compétences minimales des opérateurs de ballasts. Que toute personne achevant avec succès un tel programme de formation, ou prouvant à l'organisme de réglementation qu'elle possède les connaissances et compétences requises, reçoive un certificat en attestant.

35. Que le programme de formation mentionné dans la recommandation précédente comprenne, entre autres:

a) des instructions détaillées sur la composition et l'exploitation des systèmes de ballasts des unités de forage;

b) des instructions sur l'utilisation appropriée des systèmes en situation d'urgence;

c) des instructions sur toutes les questions affectant la stabilité des unités de forage;

d) des instructions sur le fonctionnement des systèmes de ballasts, données sur simulateur et sur une plate-forme même, si possible.

36. Qu'aucune personne ne soit autorisée à occuper un poste d'opérateur de ballasts sur une unité de forage quelconque tant qu'elle n'a pas obtenu un certificat valide délivré par l'organisme approprié, ou un certificat équivalent délivré par l'organisme pertinent d'un autre État dont le programme de formation répond aux normes canadiennes, sous réserve d'un délai approprié après l'adoption de ces normes.

37. Que tout opérateur accrédité devant occuper un poste d'opérateur de ballasts pour la première fois sur une unité de forage soit tenu de suivre un cours d'initiation ou de familiarisation aux caractéristiques particulières du système de ballasts de l'unité et de ses procédures opérationnelles, ainsi qu'à toute méthode secondaire d'exploitation du système, s'il y a lieu.

38. Que le certificat détenu par un opérateur de ballasts n'ayant pas exercé cette fonction à temps plein pendant une période appropriée perde sa validité à l'expiration de cette période, et que l'opérateur soit tenu de suivre un cours de recyclage prescrit afin de revalider son certificat.

La question des responsabilités respectives du capitaine et du chef de chantier de forage est particulièrement controversée. À une certaine époque, il s'agissait simplement de savoir qui détenait vraiment le commandement de l'unité, le capitaine ou le chef de chantier de forage? Pour les résidents des provinces de l'Atlantique, qui ont une longue tradition maritime, il ne peut y avoir qu'une seule réponse à cette question. Les plates-formes telles que l'*Ocean Ranger* étant auto-propulsées, ayant un équipage et faisant de longs voyages océaniques, il ne viendrait à l'esprit d'aucun marin de simplement songer à remplacer l'équipage maritime traditionnel par du personnel industriel.

Au cours des audiences publiques, toutefois, nous avons pu constater que la réponse à la question n'est peut-être pas aussi évidente, étant donné la complexité des activités d'une unité de forage et le rôle limité du capitaine lorsque l'unité est en position d'ancrage. La réaction de l'APGTC, peu après le naufrage, fut de diffuser une directive stipulant qu'un capitaine au long cours doit assumer en permanence le commandement de l'unité lorsqu'elle est en mer, même en position d'ancrage. Depuis lors, cette directive a subi certains aménagements et stipule désormais que:

> Il doit y avoir en permanence sur les unités de forage une personne clairement identifiée comme étant responsable de la sécurité de l'unité et de son équipage. Sur les unités de forage flottantes, cette personne doit être qualifiée en matière de navigation maritime, avoir l'expérience des opérations des unités de forage, et détenir un certificat homologué de capitaine au long cours. Cette disposition n'élimine pas la nécessité, pour la personne détenant la responsabilité ultime en matière de sécurité, de prendre ses décisions après consultation exhaustive de la personne responsable des opérations de forage.

Ce texte est équivoque. Il ne règle pas le problème du commandement mais seulement celui de la personne qui doit être responsable de la sécurité de la plate-forme et de son équipage. Il ne fait aucune allusion à une quelconque formation professionnelle sur les opérations des unités de forage. Sans accepter ni rejeter, pour le moment, le principe sur lequel se fonde cette directive, il convient d'en élargir la portée, de façon à y intégrer un critère de formation professionnelle en matière d'opérations des unités de forage. La Commission royale recommande:

39. Que la directive actuelle de l'APGTC concernant les qualifications de la personne responsable de la sécurité de l'unité de forage et de son équipage soit amendée de façon à y inclure des critères de formation professionnelle en matière d'opérations de l'unité de forage et d'utilisation de son système de commande des ballasts.

Le problème du commandement et de sa modification est extrêmement important. Les témoignages entendus au cours de la première partie de cette enquête portaient essentiellement sur le problème du commandement de l'*Ocean Ranger*. Il existe toutefois des structures de commandement différentes sur la Zapata Ugland, où le capitaine assume en permanence le commandement, et sur la *SEDCO 706*, où le commandement revient au chef de chantier de forage, puisqu'il n'y a pas de capitaine. La résolution de ce problème n'est pas une simple question de titres et doit plutôt être régie par les qualifications qu'il convient d'exiger de la personne détenant le

commandement, pour s'assurer qu'elle est en mesure de l'exercer avec compétence. Il convient également de se demander s'il y a lieu de transférer le commandement de l'unité d'une catégorie de commandant qualifié à une autre lorsque change la nature des activités de la plate-forme. Finalement, il importe d'aborder le problème de la structure de commandement des unités autres que semi-submersibles, et de déterminer s'il est nécessaire de prendre des dispositions spéciales à ce sujet lorsque, par exemple, les amarres doivent être larguées avec rapidité à cause de la glace. Il ne fait aucun doute que la deuxième partie de l'enquête permettra d'entendre maintes opinions à ce sujet, à partir desquelles des recommandations plus éclairées seront formulées.

La structure de commandement de l'*Ocean Ranger* était définie dans la préface du *Manuel d'exploitation* qui stipulait que le chef de chantier de forage était désigné comme la «personne commandant l'unité» durant toutes les opérations industrielles. Lors de la préparation au voyage et pendant le transit, c'était le commandant de barge, un capitaine au long cours, qui était désigné comme détenteur du commandement. Le *Manuel* stipulait également que «le commandant de barge est responsable en permanence de la stabilité de l'unité». Sur papier, la structure de commandement paraît claire. Toutefois, le *Manuel* avait été essentiellement conçu à l'intention des opérateurs de ballasts, et n'était pas à la disposition immédiate de tout le personnel. Les témoignages ont révélé une certaine incertitude, dans l'esprit des membres de l'équipage, au sujet de la personne habilitée à leur donner des ordres en situation d'urgence. Or, pour qu'une structure de commandement soit efficace, il importe que chacun connaisse clairement la hiérarchie et la répartition des responsabilités, et que ceux chargés d'assumer des responsabilités particulières détiennent l'autorité nécessaire pour ce faire.

Il est difficile de séparer le problème de la structure de commandement de celui des qualifications et de la formation professionnelle des commandants. S'il avait l'expérience des forages en mer, le chef de chantier de forage de l'*Ocean Ranger* ne détenait aucune qualification ni aucune formation maritimes officielles. C'est cependant à lui qu'incomba la responsabilité d'ordonner l'abandon de la plate-forme, à cause du manque de stabilité de cette dernière pendant une tempête d'une intensité extrême. En ce qui concerne le capitaine de bord, il détenait certes une expérience limitée de la mer, mais il n'avait pas effectué de voyages depuis un certain nombre d'années et son rôle dans la structure de commandement avait été gravement diminué lorsque, nonobstant le fait qu'il était responsable de la stabilité de l'unité, le chef de chantier de forage lui avait ordonné de ne plus toucher au tableau de commande des ballasts, suite à l'incident du 6 février.

Toute structure de commandement qui n'est pas absolument claire pour toutes les parties concernées, qui attribue des responsabilités sans octroyer les pouvoirs correspondants et qui permet que des décisions critiques soient prises sans avoir accès ou recours à toutes les compétences et à tous les avis nécessaires, va manifestement à l'encontre de la notion de sécurité. Cela dit, rien ne prouve que la structure même du commandement de l'*Ocean Ranger* ait contribué au naufrage.

Il est possible que les politiques énoncées par le gouvernement de Terre-Neuve en matière de préférence locale aient affecté l'accréditation et la formation professionnelle de l'équipage de l'*Ocean Ranger*. Les témoignages ont cependant montré que le conflit survenu au sujet de la préférence à accorder à la main-d'œuvre locale n'a pas contribué à la perte de la plate-forme ou de son équipage. Il n'en reste pas moins que des directives exigeant l'intégration très rapide des travailleurs locaux peuvent affecter la sécurité générale des opérations de forage. Considérant l'incapacité de la province à déterminer si la population locale est en mesure de fournir le nombre requis de travailleurs *qualifiés*, il est recommandé:

40. Que l'on examine de près l'*Offshore Employment Register* (le Registre d'emploi en mer) pour s'assurer que les personnes dont le nom figure

sur les listes d'emploi sur les unités de forage et les navires d'approvisionnement sont qualifiées.

41. Que l'on contrôle le rythme d'intégration des travailleurs locaux, en consultation avec l'industrie, de façon à garantir le maintien d'un niveau maximum de sécurité.

«1.f) . . .[Qu'ils fassent enquête. . . . au sujet] des mesures de recherche et de sauvetage et de toutes autres mesures d'urgence prises depuis Terre-Neuve et ailleurs;»

En réponse aux demandes d'aide adressées par l'*Ocean Ranger*, le personnel en mer et à terre fit appel aux ressources aériennes et maritimes travaillant sous contrat pour Mobil, et au service de recherche et de sauvetage du gouvernement du Canada. En février 1982, Mobil était la seule société à effectuer des forages sur les Grands bancs. Cette nuit-là, son préposé aux communications d'urgence, qui avait également la responsabilité de mobiliser les ressources humaines et physiques, était Merv Graham, directeur des forages. Bien qu'elle ait reçu peu d'avertissement au sujet de la tragédie à venir, la base terrestre réagit rapidement lorsqu'elle reçut l'appel au secours. Le Centre de coordination du sauvetage (SAREC) de St. John's fut immédiatement alerté, les équipages de deux hélicoptères Sikorsky furent mobilisés, et le *Boltentor* et le *Nordertor*, les navires de soutien des plates-formes *Zapata Ugland* et *SEDCO 706*, reçurent l'instruction de rejoindre l'*Ocean Ranger*. Le *Seaforth Highlander*, navire de soutien de l'*Ocean Ranger*, avait reçu à 01 h 05 l'instruction directe de la plate-forme de s'approcher et de se placer en position de sauvegarde. Il est cependant manifeste, à l'analyse des témoignages, que les communications provenant de la base terrestre de Mobil ne furent ni exactes ni rapides, entraînant des malentendus, une certaine confusion et des retards. Peu après avoir reçu l'appel au secours, le SAREC fut informé qu'il y avait trois navires dans le secteur de l'*Ocean Ranger*, et que trois ou quatre hélicoptères étaient en route pour évacuer l'équipage. Cette information erronée a peut-être contribué au manque apparent d'un sens d'urgence dans la réaction du SAREC. Il est par ailleurs évident que le personnel essentiel de Mobil n'avait pas réalisé d'exercices adéquats sur ses procédures d'urgence. Graham, le préposé aux communications d'urgence la nuit du naufrage, Fraser, le coordonnateur local sur la *SEDCO 706* et Flynn, l'opérateur radio de la base terrestre durent assumer, pendant cette période, des fonctions et des responsabilités auxquelles ni leur formation ni leur expérience ne les avaient préparés. D'autres opérateurs sont aujourd'hui en poste sur les Grands bancs, et ils ont élaboré des plans d'urgence destinés à offrir des secours conjoints et coordonnés en cas de catastrophe. Il est recommandé:

42. Que des exercices soient organisés périodiquement par l'industrie dans le but de donner à son personnel essentiel la formation requise pour lui permettre d'intervenir en cas d'urgence.

Bien que Mobil eût donné rapidement l'ordre de déployer ses hélicoptères et navires de service pour se porter à l'aide de l'*Ocean Ranger*, leur intervention fut retardée par les conditions météorologiques. De fait, la plate-forme avait chaviré et coulé avant que les premiers hélicoptères n'aient décollé (03 h 22). Lors de leur arrivée sur les lieux, il ne restait plus rien à sauver. Leur rôle fut donc d'aider les navires de service à chercher des survivants. En outre, les hélicoptères n'avaient pas le matériel requis pour des opérations de sauvetage, tel que systèmes de levage et paniers de sauvetage, et leurs pilotes n'avaient reçu aucune formation en matière de missions de sauvetage en mer.

En ce qui concerne les équipages des navires de service qui répondirent à l'appel au secours, leurs efforts furent entravés par la violence des vents et des houles, le caractère inadéquat de leur équipement de sauvetage et, en fait, leur architecture même. Certes, les règlements de l'APGTC stipulent qu'il doit y avoir un navire de soutien adéquat pour chaque plate-forme, mais ils ne définissent pas le mot «adéquat». Or, les navires de service en affectation de soutien dans le secteur Hibernia avaient été conçus pour le transport de marchandises lourdes, le remorquage des icebergs et le manœuvrage des ancres. Leur solide bastingage dépourvu de portes

appropriées, la hauteur de leur franc-bord, leur lisse et leur configuration même ne pouvaient qu'entraver les opérations de sauvetage.

L'APGTC exige également que chaque navire de soutien ait la capacité et l'équipement voulus pour évacuer tout le personnel de la plate-forme, ainsi que le matériel requis pour donner les premiers soins aux personnes souffrant d'hypothermie. Cependant, aucun des navires n'était doté d'équipement de sauvetage spécial, par exemple d'une grue munie d'un panier ou d'un filet, et aucun n'avait à bord les maigres quantités d'équipement de secours exigées par les règlements. Les équipages n'avaient reçu aucune formation en matière d'opérations de sauvetage ou de traitement de l'hypothermie. Or, il eût suffi d'un minimum de prévoyance pour deviner que les navires jouant un rôle de réserve devaient être d'une conception appropriée et disposer d'un équipement et d'un personnel adéquats pour des missions de sauvetage.

Le *Boltentor* arriva à destination après que l'*Ocean Ranger* eut été abandonné, et le *Nordertor* après qu'il eut chaviré. Dans les deux cas, il était trop tard pour participer à toute tentative de sauvetage. Le *Seaforth Highlander*, navire de soutien de l'*Ocean Ranger*, avait une responsabilité et des fonctions spéciales à l'égard de la plate-forme, mais, lorsque son aide fut requise d'urgence, il se trouvait à huit milles de là. L'APGTC ne précise ni dans ses règlements ni dans ses directives, la distance à laquelle doit se trouver le navire de réserve, et aucune instruction écrite n'avait été donnée à ce sujet par Mobil. Lors de sa comparution, le capitaine Duncan, du *Seaforth Highlander*, déclara que ce n'est qu'à son arrivée sur place qu'il fut avisé qu'il devait rester dans un rayon de deux milles de la plate-forme, si les conditions météorologiques le permettaient; il donna des ordres en conséquence. La nuit du naufrage, les capitaines des autres navires de service se tenaient à une demi-heure de leur plate-forme respective, malgré la mer agitée. Duncan, quant à lui, hésita à mettre le cap sur la plate-forme, par crainte pour la sécurité de sa structure et de son équipage. Étant donné les responsabilités qui incombent à un capitaine, et compte tenu des actes des autres capitaines cette nuit-là, il convient de conclure que le capitaine Duncan aurait dû tenir une position de réserve plus proche de sa plate-forme.

Le *Seaforth Highlander* rejoignit l'*Ocean Ranger* après son abandon et s'efforça de recueillir les survivants d'un bateau de sauvetage. Sans filins de sécurité et œuvrant sur un pont inondé, son équipage fit de vaillants efforts pour sauver les hommes qui avaient pris place dans le bateau de sauvetage, et son courage fait honneur aux plus nobles traditions de la mer. Si le navire avait été de conception différente, s'il avait été mieux équipé, si son équipage avait eu la formation requise pour utiliser l'équipement de sauvetage et si les naufragés avaient porté des combinaisons de survie, certains d'entre eux auraient peut-être pu être sauvés. Depuis la perte de l'*Ocean Ranger*, les directives régissant les navires de réserve ont été renforcées et stipulent désormais qu'ils doivent avoir à bord du matériel de sauvetage supplémentaire, tels des bateaux de sauvetage rapides et des paniers de sauvetage. Par ailleurs, les équipages doivent avoir reçu une formation en matière de missions de sauvetage. La Commission royale recommande:

43. Que l'organisme approprié évalue immédiatement la capacité et l'aptitude des divers types de navires de soutien des unités de forage au large de la côte est du Canada à exercer adéquatement leur rôle de sauvetage.

44. Que la responsabilité primordiale de tout navire affecté à un rôle de soutien pour une unité de forage soit de rester prêt à intervenir à l'intérieur des limites de temps et de distance prescrites par rapport à l'unité, et d'être toujours prêt à accorder toute l'aide susceptible d'être requise par la plate-forme et son équipage.

45. Qu'aucun navire ne soit autorisé à jouer le rôle de navire de soutien si son chargement risque d'entraver sa capacité de se porter au secours de la plate-forme et de son équipage.

46. Que des normes professionnelles soient établies pour l'équipage de tout navire devant être affecté à un rôle de soutien, et que l'on exige de ses membres qu'ils obtiennent une formation professionnelle conforme à ces normes.

47. Que les programmes de formation professionnelle conformes à ces normes comprennent, entre autres, des cours sur:

a) l'utilisation et l'exploitation de tous les systèmes de secours et d'urgence dont le navire de réserve est équipé;

b) le traitement des blessures et autres affections dont peuvent souffrir les survivants, après leur sauvetage;

c) le déploiement du navire de soutien et de son équipement de façon à prêter une assistance efficace à l'unité de forage et à son équipage, dans les diverses situations d'urgence envisageables.

48. Que les équipages des navires de soutien, durant leurs affectations de service, effectuent des exercices au moins chaque semaine sur l'utilisation de l'équipement de secours, si les conditions météorologiques le permettent.

49. Que la personne détenant le commandement de la plate-forme et le capitaine du navire de soutien soient tenus d'enregistrer dans leur journal de bord toutes les circonstances dans lesquelles le navire de soutien sort des limites de temps ou de distance prescrites. Que la personne détenant le commandement de la plate-forme et le capitaine du navire de soutien soient tenus d'adresser des rapports écrits à l'organisme de réglementation chaque fois que le navire de soutien sort des limites de temps ou de distance prescrites sans le consentement de la personne détenant le commandement de la plate-forme.

C'est à 01 h 06 du matin que le SAREC fut informé par Mobil que l'*Ocean Ranger* était sérieusement en difficulté, et il communiqua l'information au Centre de coordination du sauvetage (RCC) de Halifax à 01 h 21. À 01 h 31, le RCC de Halifax donna l'alerte à l'unité de sauvetage 103 de Gander; à 02 h 24, il mobilisa le Buffalo de Summerside, dans l'Île du Prince-Édouard, et à 04 h 40, il alerta l'Aurora de Greenwood, en Nouvelle-Écosse, qui fut désigné unité de commandement «sur place». À 01 h 36, le RCC de Halifax demanda au SAREC d'émettre un bulletin d'alerte générale, mais cela ne fut pas fait avant 02 h 04 du matin.

Dans une opération de sauvetage, la rapidité des interventions est un facteur primordial; cette fois, cependant, on perdit du temps à chercher des informations sur les coordonnées des plates-formes du secteur Hibernia, sur leur fréquence radio, sur les dimensions de l'*Ocean Ranger* et la taille de son équipage, ainsi que sur l'emplacement, la capacité et les signaux d'appel des hélicoptères commerciaux. Le RCC de Halifax aurait dû avoir toutes ces informations dans ses dossiers. Ni le RCC ni le SAREC n'avaient dressé de plan d'urgence pour intervenir en cas de catastrophe maritime, et aucun des deux ne s'était préparé à le faire. Aucun d'eux ne donna non plus l'impression qu'il était conscient de l'urgence de la situation, si l'on en juge d'après ses procédures de mobilisation des ressources et de réponse aux appels au secours. Les mesures prises pour transmettre les communications, répartir les tâches et émettre un bulletin d'alerte générale furent caractérisées par des retards injustifiés et inexplicables. Certes, ceux-ci sont peut-être dus, en partie et seulement en partie, au fait que Mobil avait indiqué que trois navires se trouvaient déjà dans le secteur et que des hélicoptères commerciaux étaient mobilisés pour évacuer l'équipage. Quoi qu'il en soit, une heure s'écoula avant l'affectation d'un avion de secours, trois heures avant la nomination d'un commandant des opérations sur place, et huit heures avant l'arrivée des secours sur les lieux.

Les hélicoptères de recherche et de sauvetage de Gander avaient une vingtaine d'années et, malgré un vaste programme de modernisation, n'étaient pas équipés de radar, de système de commande automatique du vol, de coupleur de vol stationnaire ou de radio maritime VHF/FM. Par conséquent, ils n'étaient pas en mesure de voler sous les nuages, qui étaient particulièrement bas cette nuit-là; pendant les opérations de sauvetage, ils ne pouvaient pas rester en position de vol stationnaire à proximité de la surface de l'eau sans l'aide du pilote, et ils étaient incapables de communiquer directement avec les navires de sauvetage. Depuis lors, un nouveau programme de modernisation a été entrepris pour corriger ces carences. Cependant, la principale faiblesse du Labrador/Voyageur est sa portée relativement courte, qui le prive de l'endurance nécessaire pour entreprendre des missions de sauvetage en mer. Par ailleurs, son exploitation est également limitée dans certaines conditions météorologiques.

À cause de la tempête, les hélicoptères de recherche et de sauvetage ne purent quitter Gander avant 06 h 30, et arrivèrent donc trop tard pour participer à toute tentative de sauvetage. De toute façon, même si les conditions météorologiques avaient été idéales et même s'ils avaient été basés à St. John's, réservoirs pleins et équipages en affectation de réserve à 30 minutes de préavis, ils seraient arrivés trop tard. En effet, la plate-forme fut évacuée entre 01 h 30 et 02 h 00, et le bateau de sauvetage proche du *Seaforth Highlander* chavira à 02 h 38. Or, dans le meilleur des cas, les hélicoptères de recherche et de sauvetage n'auraient pu arriver sur les lieux qu'à 02 h 55 au plus tôt. La Commission royale recommande:

50. Que le Centre de coordination du sauvetage de Halifax et le Centre d'urgence de recherche et de sauvetage de St. John's aient à leur disposition immédiate toutes les informations pertinentes concernant les activités de forage en mer sur le plateau continental, et susceptibles d'être utiles en cas de catastrophe maritime à l'intérieur de leurs zones de responsabilité respectives. Que ces informations comprennent des données pertinentes au sujet non seulement des unités de forage mais aussi des hélicoptères et des navires de service sous contrat.

51. Que, lors de la réception d'un bulletin météorologique annonçant une tempête dans un secteur où opèrent des unités de forage, le Centre de coordination du sauvetage de Halifax obtienne, six heures avant le moment où la tempête est censée atteindre le secteur, et toutes les six heures ensuite, les coordonnées (*SURPICS* – voir glossaire) de tous les navires situés dans un rayon d'environ 100 milles à partir des unités concernées.

52. Que les opérateurs radio de la Garde côtière canadienne abandonnent la procédure actuelle qui consiste à attendre confirmation écrite de l'instruction verbale d'émettre des messages urgents. Que, lorsque le personnel du Centre de coordination du sauvetage de Halifax ou du Centre d'urgence de recherche et de sauvetage de St. John's estime qu'un message urgent doit être transmis, les instructions en soient données directement à l'opérateur radio de la Garde côtière et, s'il y a lieu, que l'organisme donnant ces instructions informe l'autre.

53. Que le Canada prenne toutes les mesures pour achever d'urgence son nouveau programme de modernisation des hélicoptères de sauvetage et de recherche, et qu'il s'équipe d'autres hélicoptères de plus longue portée et ayant le niveau d'endurance requis pour des missions de sauvetage en mer.

54. Que le Canada arrête un plan d'urgence énonçant les procédures à suivre en cas de catastrophe maritime, et que des exercices conjoints soient organisés périodiquement pour donner au personnel essentiel du Centre d'urgence de recherche et de sauvetage, du Centre de coordination du sauvetage, et des entreprises, à la fois à terre, sur les plates-formes et

sur les navires de réserve, la formation requise pour organiser l'évacuation des plates-formes.

Les «Directives aux opérateurs – côte est» de décembre 1983 de l'APGTC stipulent que «. . .les opérateurs des Grands bancs doivent, de manière conjointe et permanente, disposer d'un hélicoptère réservé aux opérations de recherche et de sauvetage, avec le personnel formé et qualifié dans l'utilisation du matériel requis. . .»

Le communiqué accompagnant ces directives insistait sur le fait que cet hélicoptère doit être réservé à *temps plein* aux activités de recherche et de sauvetage, et que le Ministère de la Défense Nationale doit assurer l'évaluation permanente des programmes de recherche et de sauvetage des sociétés exploitantes, et donner au personnel des sociétés la formation voulue en matière de recherche et de sauvetage.

Dans ses directives et procédures d'avril 1984, l'APGTC stipulait que:

> . . . les unités de forage doivent être évacuées lorsque l'on prévoit que la vitesse des vents dépassera 90 % des paramètres conceptuels des unités, à condition que cette évacuation puisse être effectuée en toute sécurité, ce que doit décider la personne détenant le commandement de l'unité de forage. En ce qui concerne les unités de forage en positionnement dynamique, elles peuvent choisir soit d'évacuer tout leur personnel, soit de s'éloigner de la trajectoire prévue de la tempête. . .

Ces directives confirment que les méthodes actuelles d'évacuation en cas de forte tempête sont inadéquates, puisqu'elles donnent l'instruction d'entreprendre une évacuation préalable, à titre de précaution. Étant donné le caractère provisoire et la force exécutoire douteuse de directives par rapport à des règlements, il est recommandé:

> **55.** Que, lorsque l'on prévoit des vents d'une vitesse supérieure à 90 % des paramètres conceptuels d'une unité de forage, le personnel de celle-ci soit évacué avant l'arrivée de la tempête, à condition que la personne détenant le commandement de l'unité estime que l'évacuation peut se faire en toute sécurité.

> **56.** Que l'on exige qu'un hélicoptère soit réservé en permanence aux opérations de recherche et de sauvetage, fourni soit par le gouvernement soit par l'industrie, doté de l'équipement requis par les normes de recherche et de sauvetage, basé à l'aéroport le plus proche des chantiers de forage en mer en cours d'exploitation, et doté d'un équipage ayant reçu la formation professionnelle requise pour exécuter toutes les tâches propres aux missions de sauvetage.

«1.g) . . .[Qu'ils fassent enquête. . . au sujet] des procédures relatives à la prévention de la pollution par le pétrole et de l'état du puits de forage avant ou au moment de l'accident;»

Suite à la perte de l'*Ocean Ranger*, l'obturateur anti-éruption fut déconnecté et les tiges de forage furent laissées dans le puits. L'évaluation du Programme de rentrée et de suspension du puits Hibernia J-34 (Appendice H, section 1) permet de conclure que le puits a été adéquatement protégé avant le naufrage, qu'il n'y a jamais eu aucune éruption a posteriori des fluides du puits, et que la sécurité du trou de forage avait été assurée avant la catastrophe. Le matériel utilisé et les procédures adoptées pour prévenir la pollution par le pétrole étaient adéquats. Aucune recommandation n'est nécessaire.

«1.h) . . .[Qu'ils fassent enquête. . . au sujet] des actions ou des omissions du propriétaire, de l'affréteur, de l'exploitant ou de tout entrepreneur à cet égard;»

Les conclusions présentées dans ce rapport établissent l'avis que l'*Ocean Ranger* souffrait de maintes carences d'ordre conceptuel et opérationnel. L'article 1(h) du mandat concerne des actions ou des omissions contraires à la loi ou assimilables à de la négligence. Considérant les preuves recueillies, la Commission royale est parvenue aux conclusions suivantes:

> **A.** Que, contrairement aux règlements de la Garde côtière des États-Unis, ODECO a omis de fournir à l'*Ocean Ranger* le nombre requis de marins qualifiés et n'a pas respecté les critères établis par la Garde côtière des États-Unis en matière d'équipement de sauvetage.

B. Que, contrairement aux règlements de la Garde côtière des États-Unis, ODECO n'avait pas de Certificat d'inspection valide pour l'*Ocean Ranger*, au moment du naufrage.

C. Que, contrairement aux dispositions du Règlement de forage 151(a) de l'APGTC, Mobil (l'exploitant) a failli au devoir de s'assurer que «tout employé d'un programme de forage reçoit les directives et la formation requises concernant toutes les méthodes de travail et les mesures de sécurité qu'il devra appliquer dans l'exercice de ses fonctions».

D. Que Mobil, ODECO et les autres entrepreneurs n'ont pas fourni des combinaisons de survie à leurs employés à bord de l'*Ocean Ranger*.

E. Que Mobil et (ou) Seaforth Fednav n'ont pas donné au capitaine Duncan des informations adéquates sur ses responsabilités à titre de capitaine de navire de soutien.

F. Que ni Mobil, ni Seaforth Fednav, ni Crosbie Offshore n'ont installé ou fait installer sur les navires de soutien l'équipement de sauvetage nécessaire pour l'exécution satisfaisante de leurs tâches à titre de navires de soutien.

«1.i) . . .[Qu'ils fassent enquête . . . au sujet] de toute autre question connexe.»

La diffusion de bulletins météorologiques opportuns et exacts est un élément déterminant de la sécurité des opérations de forage en mer. Lorsque les bulletins météorologiques annoncent des conditions exigeant l'adoption de mesures de sécurité, il est essentiel de ne pas les ignorer et de prendre toutes les mesures requises pour assurer la sécurité des opérations. Si l'on veut que l'équipage de la plate-forme puisse prendre les mesures appropriées, il importe qu'il ait les compétences voulues pour interpréter adéquatement ces prévisions météorologiques. Le malentendu constaté entre NORDCO, Mobil et ODECO au sujet de la terminologie employée dans les bulletins météorologiques a contribué à limiter l'efficacité des informations que ceux-ci communiquaient. Les témoignages ont cependant révélé que les décisions opérationnelles ont été prises non pas en fonction des prévisions météorologiques, mais plutôt en réaction aux conditions atmosphériques réelles. Ce mépris général des prévisions météorologiques relatives aux activités de forage, ajouté aux problèmes antérieurs de l'*Ocean Ranger*, font supposer que des mesures défensives telles que le déballastage de la plate-forme n'auraient pas été prises même si les prévisions de NORDCO avaient été comprises. Par conséquent, nous devons conclure que ce malentendu n'a pas, en soi, contribué à la perte de la plate-forme. La Commission royale recommande:

57. Que le gouvernement et l'industrie prennent des mesures conjointes pour garantir l'adoption et la compréhension d'un système normalisé d'établissement et de transmission des prévisions météorologiques.

58. Que la personne détenant le commandement de l'unité de forage enregistre dans le journal de bord toutes les circonstances dans lesquelles des procédures défensives ou d'urgence n'ont pas été suivies alors que des prévisions météorologiques avaient annoncé un ou plusieurs paramètres environnementaux exigeant que l'on y ait recours, et que la personne détenant le commandement de l'unité adresse dans les quarante-huit heures un rapport écrit à l'organisme de réglementation, précisant le contenu du bulletin météorologique, le ou les paramètres en question, les mesures qu'il aurait fallu prendre et les raisons pour lesquelles elles ne l'ont pas été.

Les témoignages ont révélé que le personnel en mer a tendance à ne pas signaler, ou à signaler en retard, à la base terrestre ou à l'organisme de réglementation les événements importants. Ainsi, un déversement mineur de carburant, l'incident du 6 février 1982 au cours duquel la plate-forme avait pris de la gîte, et la destruction du hublot n'ont pas été signalés en temps opportun, contrairement aux dispositions réglementaires. L'un des objectifs primordiaux de la réglementation est de prévenir les incidents risquant de déboucher sur des blessures ou des pertes de vie. Cependant,

si ces incidents ne sont pas signalés au moment où ils se produisent, l'efficacité du dispositif réglementaire à cet égard est considérablement réduite. Certes, le problème vient en partie du fait qu'il n'y a aucune définition claire de ce que l'on entend par événement important. Cette Commission recommande:

59. Que l'organisme de réglementation, en consultation avec l'industrie, définisse de manière plus adéquate, au moyen d'exemples, ce qu'il entend par «événement important» devant lui être signalé dans un délai prescrit.

60. Que chaque fois qu'une unité de forage dépasse son KG admissible, cela soit considéré comme un «événement important», et que la personne détenant le commandement de l'unité adresse à l'organisme de règlementation un rapport écrit, avec explications détaillées.

Les audiences publiques ont révélé que plusieurs systèmes de mesure sont utilisés en mer. Ainsi, on prévoit la vitesse des vents en noeuds et on la communique en milles à l'heure, alors que les organismes de prévision météorologique terrestres la communiquent en kilomètres à l'heure. Les distances sont exprimées indifféremment en milles nautiques, en milles terrestres ou en encâblures. Bien que cette multiplicité d'échelles n'ait en aucun cas contribué à la perte de l'*Ocean Ranger*, elle représente pour l'industrie une source éventuelle de problèmes que l'on peut et doit éviter. La Commission royale recommande:

61. Qu'un seul système de mesure soit utilisé dans tous les rapports, afin d'éviter tout malentendu et toute confusion.

L'examen du système de commande des ballasts de l'*Ocean Ranger* a révélé des carences non seulement au niveau de sa conception et de la formation de ses opérateurs, mais aussi au niveau de ses méthodes d'exploitation et de gestion. Il n'y avait ainsi aucun enregistrement ni aucune analyse réguliers des informations critiques en matière de stabilité, les instruments requis pour effectuer les calculs de stabilité n'étaient pas disponibles, il n'existait aucune instruction écrite adéquate sur l'utilisation du système, notamment pour les opérateurs inexpérimentés, et la salle de commande des ballasts restait parfois sans surveillance pendant des périodes indéterminées.

Le système de hauts-parleurs, au moins dans la mesure où on ne pouvait plus l'utiliser à partir de la salle de commande des ballasts, avait été endommagé par l'eau de mer lorsque le verre du hublot s'était brisé. L'examen de l'installation électrique et les témoignages entendus à ce sujet ont révélé que ce système était branché sur le même circuit que le système d'alerte et d'abandon de la plate-forme. Une sourdine installée par l'équipage dans le but d'atténuer le bruit dans les quartiers d'habitation exigeait que l'on déclenche l'alerte pour utiliser le système de hauts-parleurs au volume maximum dans ce secteur. Par ailleurs, il n'y avait pas, pour l'alimentation électrique du système de hauts-parleurs, de génératrice spéciale indépendante des génératrices principale et de secours. Ainsi, en cas de panne d'électricité, il devenait impossible de communiquer des messages à l'ensemble de la plate-forme. La Commission royale recommande:

62. Que les systèmes d'alerte et de hauts-parleurs soient complètement indépendants l'un de l'autre, et que chacun ait une autonomie d'au moins 6 heures en cas de panne d'électricité générale.

63. Que l'on prépare un manuel d'exploitation distinct pour le système de ballasts, décrivant en détail ses divers éléments et fonctions mécaniques, électriques, pneumatiques et hydrauliques, ses limites ainsi que toute méthode d'exploitation optionnelle, et comportant des instructions pour le repérage systématique et la réparation des éléments défectueux. Que l'on confie à la personne assumant la responsabilité générale du système de ballasts le soin de s'assurer que chaque opérateur de ballasts connaît et comprend parfaitement le contenu de ce manuel.

64. Que l'on intègre à la fois dans ce manuel et dans le *Livret de stabilité* des instructions détaillées à l'intention des opérateurs de ballasts, et d'autres instructions sur les procédures à suivre en conditions exceptionnelles, notamment sur le relâchement volontaire des câbles d'ancrage; l'évacuation ou le transfert de la boue, de l'eau de forage et de tout autre matériau de charge; le déblocage d'un ou plusieurs câbles d'ancrage; l'inondation accidentelle des réservoirs inférieurs; l'inondation accidentelle d'un ou plusieurs puits à chaînes et compartiments de la coque supérieure; et l'inclinaison de la plate-forme produite par des effets de vagues de second ordre.

65. Que les opérateurs de ballasts soient tenus de calculer et d'enregistrer chaque semaine les angles transversaux et longitudinaux de l'unité de forage. Que, si le calcul des moments de chacun d'entre eux produit un chiffre supérieur de 1 000 pieds tonnes aux moments effectifs (tels que déterminés par les inclinomètres), la différence soit enregistrée dans le journal de bord et incluse dans le rapport du lendemain matin.

66. Que le centre de commande principal du système de ballasts d'une unité de forage soit en permanence sous la surveillance du personnel approprié.

LA COMMISSION ROYALE APPENDICE A

HISTORIQUE DE L INDUSTRIE APPENDICE B

CERTIFICATION APPENDICE C

OPERATIONS APPENDICE D

DONNEES METEOROLOGIQUES APPENDICE E

DONNEES TECHNIQUES APPENDICE F

LE DESASTRE APPENDICE G

GLOSSAIRE

INDEX

APPENDICE A

LA COMMISSION ROYALE

1. MANDAT 179
2. ORDONNANCE OFFICIELLE DE LA COMMISSION 182
3. RÈGLES DE PRATIQUE 183
4. AVIS DES AUDIENCES PUBLIQUES 186
5. LISTE DES ORGANISMES ET DE LEURS REPRÉSENTANTS 187
6. AVIS D'ENQUÊTE – PARTIE I 188
7. LISTE DES TÉMOINS QUI ONT COMPARU AU COURS DES AUDIENCES PUBLIQUES – PARTIE I 189
8. LISTE DES TÉMOINS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE 197
9. LISTE DES PIÈCES PRÉSENTÉES LORS DES AUDIENCES DE LA PARTIE I 202
10. AVIS: INVITATION DE CONTRIBUTIONS – PARTIE II 217
11. PERSONNEL DE LA COMMISSION ROYALE 218

APPENDICE A-1
Mandat

Délimitation des pouvoirs
Canada

Décret n° CP 1982-819 du Gouverneur en conseil 17 mars 1982

Copie certifiée conforme au procès-verbal d'une réunion du Comité du Conseil privé, approuvé par Son Excellence le Gouverneur général le 17 mars 1982.

VU qu'il fut présenté au Comité du Conseil privé, par le Premier ministre, un rapport soumettant qu'il est essentiel qu'une enquête soit menée sur les matières ci-après décrites dans les paragraphes 1 à 3 qui suivent.

À ces causes, sur avis conforme du Premier ministre, le Comité du Conseil privé recommande que l'honorable T. Alexander Hickman, juge en chef de la Division de première instance de la Cour suprême de Terre-Neuve, l'honorable Gordon A. Winter, Messieurs Moses Morgan, Fintan J. Aylward, Bruce Pardy et Jan Furst, tous de la province de Terre-Neuve, soient nommés par les présentes Commissaires en vertu de la Partie I de la Loi sur les enquêtes, et :

1. Qu'ils fassent enquête et rapport sur la perte de tous les membres de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée *Ocean Ranger*, et de l'*Ocean Ranger* le 15 février 1982 ou environ, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador, les raisons et les causes dudit naufrage et, sans limiter ce qui précède, de mener une enquête, de présenter un rapport et de formuler des recommandations au sujet :
   a) de la conception, de la construction et de la stabilité de l'*Ocean Ranger* et de sa capacité de mener des opérations de navigation et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;
   b) de l'inspection, des procédures d'inspection, de la classification et de la délivrance du permis et du certificat de navigabilité de l'*Ocean Ranger* l'autorisant à mener des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;
   c) de tous les aspects de la sécurité de la vie en mer, y compris la qualité et la quantité d'équipement de sauvetage à bord de l'*Ocean Ranger*, et si un tel équipement de sauvetage a été utilisé ou aurait pu l'être;
   d) de tous les aspects de la santé et sécurité au travail des officiers et des membres de l'équipage de l'*Ocean Ranger*;
   e) de l'accréditation, de la formation et de la sécurité des officiers et des membres de l'équipage, et de leurs responsabilités respectives, y compris celles du capitaine et du chef de chantier de forage à bord de l'*Ocean Ranger*;
   f) des mesures de recherche et de sauvetage et de toutes autres mesures d'urgence prises depuis Terre-Neuve et ailleurs;
   g) des procédures relatives à la prévention de la pollution par le pétrole et de l'état du trou de forage avant ou au moment de l'accident;
   h) des actions ou des omissions du propriétaire, de l'affréteur, de l'exploitant ou de tout entrepreneur à ce sujet; et
   i) de toute autre question connexe.

Délimitation des pouvoirs
Province de Terre-Neuve

Décret du gouverneur en conseil 16 mars 1982

ÉLIZABETH DEUX, par la grâce de Dieu,
Reine du Royaume-Uni, du Canada
et de ses autres royaumes et territoires,
Chef du Commonwealth, Défenseur de la Foi.

W. Anthony Paddon
Lieutenant-gouverneur

COMMISSION

À L'INTENTION DE : L'honorable T. Alexander Hickman,
juge en chef de la Division
de première instance de la Cour suprême
de Terre-Neuve (Président),
L'honorable Gordon A. Winter, O.C., LL.D.,
Moses O. Morgan, C.C.,
Fintan J. Aylward, Q.C.,
Jan Furst, et
Bruce Pardy

ATTENDU QU'il s'avère souhaitable et opportun de procéder à une enquête sur les pertes de vie attribuables au naufrage de l'*Ocean Ranger* le 15 février 1982.

SACHEZ DONC MAINTENANT qu'en vertu et selon les dispositions de la Public Enquiries Act, chapitre 314 des statuts révisés de Terre-Neuve, 1970, de l'avis de Notre Conseil exécutif de Notre Province de Terre-Neuve, mettant foi et confiance en votre savoir, votre intégrité et votre compétence, Nous avons réuni et nommé, et réunissons et nommons par les présentes, lesdits T. Alexander Hickman, Gordon A. Winter, Moses O. Morgan, Fintan J. Aylward, Jan Furst, et Bruce Pardy à titre de Commissaires pour qu'ils fassent enquête sur les points suivants, à savoir :

1. Faire enquête et rapport sur la perte de tous les membres de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée *Ocean Ranger*, et de l'*Ocean Ranger* le 15 février 1982 ou environ, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador, les raisons et les causes dudit naufrage et, sans limiter ce qui précède, de mener une enquête, de présenter un rapport et de formuler des recommandations au sujet :
   a) de la conception, de la construction et de la stabilité de l'*Ocean Ranger* et de sa capacité de mener des opérations de navigation et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;
   b) de l'inspection, des procédures d'inspection, de la classification et de la délivrance du permis et du certificat de navigabilité de l'*Ocean Ranger* l'autorisant à mener des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;
   c) de tous les aspects de la sécurité de la vie en mer, y compris la qualité et la quantité d'équipement de sauvetage à bord de l'*Ocean Ranger*, et si un tel équipement de sauvetage a été utilisé ou aurait pu l'être;
   d) de tous les aspects de la santé et sécurité au travail des officiers et des membres de l'équipage de l'*Ocean Ranger*;

2. Qu'ils fassent enquête et rapport, et formulent des recommandations sur :

   a) les pratiques et procédures de navigation et de forage utilisées dans le cadre des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador et, sans restreindre la généralité de ce qui précède, d'enquêter, de faire rapport et de faire des recommandations sur toutes questions dont il est fait mention aux paragraphes 1.a) à 1.e) ayant trait à d'autres unités de forage menant des opérations marines et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador; et

   b) sur les pratiques et procédures, si cela est nécessaire et pertinent, des autres opérations de forage au large de la côte est du Canada et de faire des recommandations eu égard à celles-ci.

   Le Comité recommande en outre que :

   a) la création de cette Commission et la nomination des Commissaires soit sans préjudice à la fois à la réclamation du gouvernement du Canada et à la réclamation du gouvernement de Terre-Neuve sur la juridiction et la propriété des droits sur ou au sujet de la mer territoriale ou du plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador; et

   b) nonobstant les termes des références énoncées dans ce décret, il soit ordonné aux Commissaires de ne pas considérer, commenter ou faire de recommandations sur les réclamations au sujet de la juridiction et des droits précités.

   Le Comité recommande en outre que :

   a) l'honorable T. Alexander Hickman soit le Président de la Commission et que l'honorable Gordon A. Winter en soit le Vice-président;

   b) le Président et le Vice-président soient autorisés, après consultation avec les autres Commissaires, à :

      i) prescrire et adopter les pratiques et procédures qu'ils peuvent, de temps à autre, juger nécessaires pour la bonne conduite de l'enquête, et peuvent, après consultation avec les autres commissaires, les modifier de temps à autre;

      ii) retenir les services d'avocats-conseils chargés de les seconder au cours de l'enquête, aux taux de rémunération et de remboursement que peut approuver le conseil du Trésor;

      iii) louer des bureaux et des salles d'audition en consultation avec le ministère des Travaux publics et suivant ses pratiques;

      iv) retenir les services de comptables, d'ingénieurs, de conseillers techniques ou d'autres spécialistes, greffiers, secrétaires juridiques et adjoints qu'ils jugent nécessaires ou souhaitables d'obtenir, aux taux de rémunération et de remboursement que peut approuver le conseil du Trésor; et

      v) exercer tous les pouvoirs qui leur sont conférés en vertu des paragraphes 2) à 4) de l'article 11 de la Loi sur les enquêtes.

3. Que les Commissaires soient autorisés à siéger aux temps et lieux et à voir d'autres lieux, au Canada et à l'extérieur, que le Président peut décider de temps à autre, après consultation avec les autres Commissaires; et

   e) de l'accréditation, de la formation et de la sécurité des officiers et des membres de l'équipage, et de leurs responsabilités respectives, y compris celles du capitaine et du chef de chantier de forage à bord de l'*Ocean Ranger*;

   f) des mesures de recherche et de sauvetage et de toutes autres mesures d'urgence prises depuis Terre-Neuve et ailleurs;

   g) des procédures relatives à la prévention de la pollution par le pétrole et de l'état du trou de forage avant ou au moment de l'accident;

   h) des actions ou des omissions du propriétaire, de l'affréteur, de l'exploitant ou de tout entrepreneur à ce sujet; et

   i) de toute autre question connexe.

2. Faire enquête et rapport, et formuler des recommandations sur :

   a) les pratiques et procédures de navigation et de forage utilisées dans le cadre des opérations de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador et, sans restreindre la généralité de ce qui précède, d'enquêter, de faire rapport et de faire des recommandations sur toutes questions dont il est fait mention aux paragraphes 1.a) à 1.e) ayant trait à d'autres unités de forage menant des opérations marines et de forage sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador; et

   b) sur les pratiques et procédures, si cela est nécessaire et pertinent, des autres opérations de forage au large de la côte est du Canada et de faire des recommandations eu égard à celles-ci.

   ET NOUS recommandons que la création de cette Commission ainsi que votre nomination à titre de Commissaires soit sans préjudice à la fois à la réclamation du gouvernement du Canada et à la réclamation du gouvernement de Terre-Neuve sur la juridiction et la propriété des droits sur ou au sujet de la mer territoriale ou du plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador;

   EN OUTRE, nonobstant les termes des références énoncées aux présentes, Nous vous ordonnons de ne pas considérer, commenter ou faire de recommandations sur les réclamations au sujet de la juridiction et des droits précités;

   ET DE PLUS, nous consentons que

      i) l'honorable T. Alexander Hickman soit le Président responsable de l'enquête, et que l'honorable Gordon A. Winter en soit le Vice-président;

      ii) le Président et le Vice-président soient autorisés, après consultation avec les autres Commissaires, à :

         A) prescrire et adopter les pratiques et procédures qu'ils peuvent, de temps à autre, juger nécessaires pour la bonne conduite de l'enquête, et peuvent, après consultation avec les autres commissaires, les modifier de temps à autre;

         B) retenir les services d'avocats-conseils chargés de les seconder au cours de l'enquête, aux taux de rémunération et de remboursement que peut approuver le Lieutenant-gouverneur en conseil;

         C) louer au besoin, des bureaux et des salles d'audition aux taux que peut approuver le Lieutenant-gouverneur en conseil;

4. Que les Commissaires soient autorisés à présenter, de temps à autre, des rapports provisoires au Gouverneur en conseil.

Le Comité recommande en outre que les Commissaires soient tenus de présenter, avec diligence, un rapport final au Gouverneur en conseil et de déposer auprès de l'archiviste du Dominion les papiers et dossiers de la Commission dans un délai raisonnable après la fin de l'enquête.

Et le Comité recommande en cutre qu'en vertu de l'article 37 de la Loi sur les juges, l'honorable T. Alexander Hickman soit autorisé à agir à titre de Commissaire et de Président de ladite enquête.

COPIE CERTIFIÉE CONFORME

LE GREFFIER DU CONSEIL PRIVÉ

D) retenir les services de comptables, d'ingénieurs, de conseillers techniques ou d'autres spécialistes, greffiers, secrétaires juridiques et adjoints qu'ils jugent nécessaires ou souhaitables d'obtenir, aux taux de rémunération et de remboursement que peut approuver le Lieutenant-gouverneur en conseil;

E) exercer tous les pouvoirs qui leur sont conférés en vertu de l'article 5 de la Public Enquiries Act;

iii) vous, lesdits Commissaires, siégiez aux temps et lieux et voyiez d'autres lieux, au Canada et à l'extérieur, que le Président peut décider de temps à autre, après consultation avec les autres Commissaires;

iv) vous, lesdits Commissaires, présentiez de temps à autre, des rapports provisoires au Lieutenant-gouverneur en conseil.

ET NOUS VOUS conférons par les présentes, à vous lesdits Commissaires, le pouvoir d'assigner tout témoin ou tous témoins, et d'exiger de ces derniers qu'ils témoignent de vive voix ou par écrit, que ce soit sous serment ou sous forme de déclaration solennelle, et qu'ils produisent tous les documents et toutes les pièces dont vous, lesdits Commissaires, puissiez avoir besoin dans le cadre de l'enquête complète sur les points énumérés dans le mandat qui vous a été confié.

EN OUTRE, Nous vous prions de Nous présenter dans les plus brefs délais les conclusions de l'enquête, et de déposer les papiers ainsi que les documents de la Commission.

ET DE PLUS, Nous autorisons l'honorable T. Alexander Hickman à agir à titre de Commissaire et de Président de ladite enquête, conformément à l'article 37 de la Loi sur les juges.

EN FOI DE QUOI, Nous avons fait émettre Nos présentes Lettres Patentes et à icelles fait apposer le Grand Sceau de Notre province de Terre-Neuve.

TÉMOIN : Notre très fidèle et bien-aimé l'honorable W. Anthony Paddon, membre de Notre Ordre du Canada, Lieutenant-gouverneur de Notre Province de Terre-Neuve.

DONNÉ EN NOTRE HÔTEL DU GOUVERNEMENT, en Notre ville de St. John's, ce 16e jour de mars en l'an mil neuf cent quatre-vingt deux et en la trente-et-unième année de Notre Règne.

PAR ORDRE, SOUS-REGISTRAIRE GÉNÉRAL

APPENDICE A-2
Ordonnance officielle de la Commission

DANS L'AFFAIRE DE L'ENQUÊTE SUR
LE NAUFRAGE DE L'*OCEAN RANGER*
LE 15 FÉVRIER 1982 OU ENVIRON,
SUR LE PLATEAU CONTINENTAL AU
LARGE DE TERRE-NEUVE ET DU LABRADOR

ATTENDU QU'il a plu au Lieutenant-gouverneur en conseil d'instituer, conformément aux dispositions de l'article 2 de la **Loi sur les enquêtes**, une enquête sur la perte de tous les membres de l'équipage de la plate-forme de forage semi-submersible et auto-propulsée *Ocean Ranger*, et de l'*Ocean Ranger* le 15 février 1982 ou environ, sur le plateau continental au large de Terre-Neuve et du Labrador.

À ces causes, *IL EST PAR LES PRÉSENTES ORDONNÉ ET DÉCLARÉ* ce qui suit :

1. Il est interdit à toute personne de récupérer, d'atteindre ou autrement de déplacer de quelque façon que ce soit, de promouvoir ou de tolérer la récupération, l'accès ou le déplacement dudit *Ocean Ranger*, de son gréement ou équipement, les coordonnées de la plate-forme étant les suivantes : 46 degrés 43 minutes 34 secondes de latitude Nord, et 48 degrés 50 minutes 11 secondes de longitude Ouest.

2. Il est interdit à toute personne ou à tout navire d'approcher, ou de promouvoir ou de tolérer que l'on s'approche à plus de 500 mètres de l'emplacement dudit *Ocean Ranger*, c'est-à-dire à 46 degrés 43 minutes 34 secondes de latitude Nord, et 48 degrés 50 minutes 11 secondes de longitude Ouest pour quelque motif, si ce n'est aux conditions que pourraient stipuler les Commissaires.

Signé à St. John's, dans la province de Terre-Neuve, le 22 mars 1982.

PAR ORDRE DES COMMISSAIRES

PRÉSIDENT

À L'INTENTION DE:

ODECO Drilling of Canada Limited
Topsail Road
St. John's, Terre-Neuve

Mobil Oil Canada Limited
Atlantic Place
St. John's, Terre-Neuve

APPENDICE A-3
Règles de pratique

TITRE ABRÉGÉ

1. Les présentes règles peuvent être citées sous le titre: *Règles de la Commission royale sur le désastre maritime de l'«Ocean Ranger»*.

APPLICATION

2. Les présentes règles s'appliquent à la partie de l'enquête menée par la Commission royale sur le désastre maritime de l'*«Ocean Ranger»* qui est spécifiée dans le premier paragraphe du décret C.P. 1982-819 et de la commission du lieutenant-gouverneur en conseil datée du 16 mars 1982.

DÉFINITIONS

3. Dans les présentes règles,

«Loi» désigne la *Loi sur les enquêtes*, S.R.C. de 1970, c. I-13;

«président» désigne la personne nommée par les gouverneur et lieutenant-gouverneur en conseil à titre de président de la Commission;

«avocat de la Commission» désigne l'avocat choisi par les commissaires et par le lieutenant-gouverneur en conseil pour les assister dans leur enquête;

«commissaire» désigne toute personne nommée par les gouverneur et lieutenant-gouverneur en conseil pour poursuivre l'enquête;

«Commission» désigne la Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger*, instituée en vertu du décret C.P. 1982-819 et de la commission du lieutenant-gouverneur en conseil datée du 16 mars 1982.

«gouverneur en conseil» désigne le gouverneur en conseil du Canada;

«enquête» désigne la partie de l'enquête de la Commission qui est spécifiée au premier paragraphe du décret C.P. 1982-819 et de la commission du lieutenant-gouverneur en conseil datée du 16 mars 1982;

«décret» désigne le décret C.P. 1982-819 pris par le gouverneur en conseil en date du 17 mars 1982;

«lieutenant-gouverneur en conseil» désigne le lieutenant-gouverneur en conseil de la province de Terre-Neuve;

«conseiller technique» désigne toute personne autorisée et déléguée pour faire enquête sur toute matière du ressort de la Commission, conformément aux dispositions du paragraphe 11(2) de la *Loi*.

AVIS D'ENQUÊTE

4. (1) Un avis d'enquête doit être signifié au propriétaire, à l'affréteur et à l'exploitant de l'*«Ocean Ranger»*, ainsi qu'aux autres personnes, sociétés et ministres et sociétés de la Couronne qui, de l'avis de la Commission, peuvent être intéressés par l'enquête.

(2) En plus ou au lieu de signifier l'avis d'enquête, tel que prévu au paragraphe (1), il est permis de publier ledit avis dans la Gazette du Canada, dans la Gazette officielle de chaque province du Canada ainsi que dans les journaux canadiens et étrangers ou autres publications que les commissaires jugent appropriés.

(3) L'avis d'enquête doit préciser la Gazette du Canada, dans la Gazette officielle de chaque province du Canada ainsi que dans les journaux canadiens et étrangers ou autres publications que les commissaires jugent appropriés.

(3) L'avis d'enquête doit préciser l'heure et le lieu des audiences et être accompagné d'une copie du décret C.P. 1982-819 et de la Commission du lieutenant-gouverneur en conseil datée du 16 mars 1982.

DROIT DE TÉMOIGNER

5. (1) Les personnes suivantes ou leur avocat doivent être autorisées à témoigner et à interroger les témoins entendus dans le cadre des audiences publiques tenues par la Commission:

a) l'avocat de la Commission;

b) toute personne contre laquelle une accusation de mauvaise conduite est portée au cours de l'enquête de la Commission;

c) toute autre personne qui, selon la Commission, devrait pouvoir être entendue et interroger les témoins, sous réserve des conditions fixées par le président.

(2) Toute personne désireuse d'être entendue doit, par écrit, demander à la Commission d'être autorisée à témoigner et à interroger les témoins entendus au cours des audiences publiques, et préciser la nature de ses intérêts dans l'enquête de même que la portée de son témoignage. Si la Commission convient que la protection desdits intérêts dépend dudit témoignage, le président peut accorder l'autorisation demandée aux conditions qu'il juge souhaitables.

(3) A la fin des audiences publiques, les personnes, groupes ou associations qui le désirent ont le droit de déposer un énoncé de témoignage devant la Commission, puis d'être entendus, si le président le juge nécessaire ou opportun.

(4) Il est laissé à la discrétion de la Commission de tenir certaines audiences à huis clos, et c'est au président qu'il appartient en l'espèce d'autoriser certains particuliers et avocats à y assister et de fixer les conditions auxquelles lesdites personnes devront se soumettre; toute décision doit être prise à la lumière des dispositions de la loi régissant les enquêtes.

(5) Les personnes autorisées à témoigner peuvent demander à l'avocat de la Commission d'appeler certains témoins et ce dernier peut les convoquer; chaque demande doit comporter les nom et adresse complets de toute personne appelée à témoigner ainsi qu'un bref énoncé des motifs justifiant pareille convocation; les témoins ainsi convoqués doivent être interrogés d'abord par l'avocat de la Commission puis, sous réserve des dispositions prévues au paragraphe 7(5) des présentes règles, par les personnes autorisées à témoigner et à interroger les témoins entendus aux audiences publiques de la Commission, en suivant l'ordre établi par le président.

AVOCAT DE LA COMMISSION

6. (1) L'avocat de la Commission doit aider cette dernière à assurer la bonne marche de l'enquête et à veiller à ce que tous les éléments de preuve pertinents soient soumis à la Commission.

(2) Dans le cadre des audiences publiques, les membres du public peuvent, par écrit, demander à l'avocat de la Commission de poser certaines questions précises aux témoins; il est laissé à la discrétion de l'avocat de la Commission d'accéder auxdites demandes.

(3) L'avocat de la Commission doit préparer, en vue d'un examen à huis clos par la Commission, un énoncé des accusations pouvant être portées contre une personne; dès qu'il en a reçu l'ordre de la Commission, il doit informer ladite personne des accusations de mauvaise conduite qui pèsent contre elle et procéder par la suite selon les directives du président et les dispositions prévues aux articles 12 et 13 de la *Loi*.

DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE

7. (1) Avant le début des audiences publiques au cours desquelles un certain nombre de témoins sont entendus, la Commission peut tenir des audiences préparatoires afin de déterminer les personnes qui doivent être autorisées à témoigner et de permettre à l'avocat de la Commission de présenter les preuves documentaires ou matérielles qu'il juge utile de communiquer à la Commission et aux personnes appelées à témoigner, avant que ne commencent les audiences publiques.

(2) L'avis d'enquête doit être lu à la première audience publique.

(3) L'avocat de la Commission doit procéder le premier, au nom de la Commission, à l'interrogation des témoins.

(4) L'avocat de la Commission peut interroger, contre-interroger et interroger de nouveau tous les témoins.

(5) Toutes les personnes autorisées à témoigner et à interroger les témoins entendus au cours des audiences publiques de la Commission peuvent, en suivant l'ordre établi par le président et sous réserve des conditions qui leur ont été imposées en vertu de l'alinéa 5(1)c) ou du paragraphe 5(2) des présentes règles, interroger, contre-interroger ou interroger de nouveau les témoins convoqués par l'avocat de la Commission.

PRÉSENCE DES INTÉRESSÉS

8. À l'heure et au lieu choisis pour la tenue des audiences, la Commission peut procéder à l'enquête, que les personnes autorisées à témoigner ou leur avocat soient présents ou non.

COMPARUTION DES TÉMOINS

9. Lorsqu'une personne est appelée à témoigner, que ce soit sur l'initiative de la Commission ou par suite d'une demande, l'avis qui lui est signifié doit prendre la forme spécifiée à l'annexe 1.

COMMUNICATION DE DOCUMENTS

10. (1) Lorsque la Commission prescrit à quelqu'un de communiquer certains documents, qu'elle le fasse de sa propre initiative ou par suite d'une demande, l'avis qui est signifié à cette personne doit prendre la forme prescrite à l'annexe 2.

(2) Les autres personnes autorisées à témoigner peuvent demander à l'avocat de la Commission d'exiger que soit communiqué tout document quel qu'il soit, demande à laquelle l'avocat peut accéder; chaque demande doit comporter une description complète dudit document, les nom et adresse de la personne qui peut le communiquer ainsi qu'un bref énoncé des motifs justifiant la communication d'un tel document.

(3) Lorsqu'une prescription formulée en vertu du paragraphe (1) n'est pas respectée, la Commission peut, entre autres recours, admettre un ouï-dire ou toute autre forme de preuve attestant l'existence des documents et pièces spécifiés dans ladite prescription.

SIGNIFICATION DES DOCUMENTS

11. Tout avis, sommation ou autre document notifié en vertu des présentes règles peut être signifié à l'intéressé personnellement à son domicile ou bien lui être envoyé par courrier recommandé ou de toute autre façon que le président peut prescrire.

ÉLÉMENTS DE PREUVE

12. (1) La Commission peut recevoir, chaque fois qu'elle le juge opportun, les affidavits, déclarations statutaires, commissions rogatoires et autres éléments de preuve, présentés sous serment ou non et en vertu de la législation du Canada ou de tout autre pays.

(2) Les questions posées aux témoins convoqués au nom de la Commission, de même que les documents et pièces présentes au cours de leur interrogatoire, ne peuvent donner lieu à des objections reposant sur le seul fait qu'elles soulèvent ou risquent de soulever des questions s'écartant d'une façon ou d'une autre du mandat précisé au premier paragraphe du décret C.P. 1982-819 et de la commission du lieutenant-gouverneur en conseil datée du 16 mars 1982.

(3) Lorsqu'une preuve documentaire ou un témoin se trouve à l'extérieur du Canada ou ne peut, pour toute autre raison, être présentée ou entendu aux audiences de la Commission, le président, ou toute personne qu'il peut désigner, peut être autorisé à obtenir ladite preuve ou à entendre ledit témoin de la façon qu'il juge appropriée.

(4) Si possible, les témoins doivent, avant de témoigner, prêter serment ou faire une affirmation solennelle selon la formule prescrite par les hauts tribunaux dont relève le territoire où le témoignage est entendu.

(5) Tout élément de preuve reçu conformément aux dispositions énoncées dans les présentes règles doit être versé au dossier des procédures de la Commission.

13. (1) Après que tous les témoins convoqués par l'avocat de la Commission ont été interrogés, toute personne autorisée à témoigner et à interroger les témoins entendus aux audiences publiques de la Commission peut, selon ce que décide le président, fournir des faits pertinents quant aux intérêts de son client et à l'objet même de l'enquête.

(2) Lorsque la conduite d'une des personnes visées à l'article 12 ou 13 de la *Loi* est mise en cause, l'avocat de la Commission doit,

a) après que tous les témoins convoqués au nom de la Commission ont été interrogés, et

b) avant que la Commission fasse quelque rapport contre ladite personne, informer la Commission du motif donnant à ladite personne le droit de se faire représenter ou d'être entendue.

OBSERVATIONS DE L'AVOCAT

14. (1) Lorsque tous les éléments de preuve ont été présentés, l'avocat de la Commission et toute personne autorisée à témoigner ont le droit de communiquer verbalement leurs observations à la Commission en suivant l'ordre établi par le président; l'avocat peut décider de se prévaloir de ce droit le dernier.

(2) Le président peut ordonner que l'avocat et toute personne autorisée à témoigner communiquent leurs observations par écrit au lieu ou en plus des observations verbales.

PRÉSIDENT

15. (1) Le président peut retenir ou rejeter toute objection soulevée au cours d'une audience, régler toutes les questions de procédure qui ne sont pas prévues dans les présentes règles et autoriser toute dérogation auxdites règles qui lui semble nécessaire ou souhaitable pour que la Commission puisse s'acquitter pleinement de son mandat.

(2) La président peut, en tout temps, déterminer la recevabilité de tout élément de preuve.

(3) Le président, ou toute personne qu'il peut désigner et à qui il peut donner des directives, peut entendre un témoignage

à huis clos en l'absence de l'avocat de la Commission et de toute personne autorisée à témoigner et à interroger les témoins aux audiences publiques.

(4) Le président, un commissaire ou toute autre personne désignée par le président pour recevoir des témoignages et d'autres éléments de preuve, peut le faire à l'intérieur ou à l'extérieur du Canada.

(5) Lorsque, en application des présentes règles, il est fait mention d'une décision de la Commission, c'est au président qu'il appartient d'en énoncer le contenu.

QUORUM

16. Dans le cas des audiences *publiques*, quatre commissaires du moins doivent être présents pour qu'il y ait quorum.

AJOURNEMENTS

17. La Commission peut renvoyer ses audiences à une autre heure et à un autre lieu.

MODIFICATIONS

18. La Commission peut modifier les présentes règles chaque fois qu'elle juge opportun de le faire.

ANNEXE I

(Subpoena ad testificandum)
En vertu de l'article 4 de la Loi sur les enquêtes

DANS LE CADRE DE l'enquête concernant la disparition de la plate-forme de forage semi-submersible et autopropulsée «*OCEAN RANGER*» et de son équipage, le ou vers le 15 février 1982, au large des côtes de Terre-Neuve et du Labrador.

ÉLIZABETH DEUX, par la grâce de Dieu, Reine du Royaume-Uni, du Canada et de ses autres royaumes et territoires, Chef du Commonwealth, Défenseur de la Foi.

À: 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

SALUT:

Nous vous commandons de comparaître et de vous trouver en personne, vous et chacun de vous, toutes affaires cessantes, devant les commissaires nommés en vertu de la Loi sur les enquêtes pour enquêter sur la susdite disparition, au lieu choisi à cette fin et situé à , à Saint-Jean, dans la province de Terre-Neuve, le jour d 1982, à du matin, pour déposer de ce que vous savez dans une enquête menée par les commissaires concernant la disparition de l'«*Ocean Ranger*» et de son équipage, et vous n'y manquerez aucunement sous les peines de droit.

Fait sous ma signature ce jour d 1982, à Saint-Jean, dans la province de Terre-Neuve.

LE PRÉSIDENT DE LA COMMISSION,

T. Alexander Hickman, Chief Justice

ANNEXE II

(Subpoena duces tecum)
En vertu de l'article 4 de la Loi sur les enquêtes

DANS LE CADRE DE l'enquête concernant la disparition de la plate-forme de forage semi-submersible et autopropulsée "*OCEAN RANGER*" et de son équipage, le ou vers le 15 février 1982, au large des côtes de Terre-Neuve et du Labrador.

ÉLIZABETH DEUX, par la grâce de Dieu, Reine du Royaume-Uni, du Canada et de ses autres royaumes et territoires, Chef du Commonwealth, Défenseur de la Foi.

A: 1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

SALUT:

Nous vous commandons de comparaître et de vous trouver en personne, vous et chacun de vous, toutes affaires cessantes, devant les commissaires nommés en vertu de la *Loi sur les enquêtes* pour enquêter sur la susdite disparition, au lieu choisi à cette fin et situé à , à Saint-Jean, dans la province de Terre-Neuve, le jour d 1982, à du matin, pour déposer de ce que vous savez dans une enquête menée par les commissaires concernant la disparition de l'«*Ocean Ranger*» et de son équipage, et d'apporter avec vous et d'y produire alors devant lesdits commissaires les documents suivants, à savoir:

_____
_____
_____

et de faire connaître tout ce que vous savez ou que ledit écrit (ou lesdits écrits) déclare(nt) en ce qui touche ou concerne la présente enquête actuellement pendante devant nos commissaires susdits, et vous n'y manquerez aucunement sous les peines de droit.

Fait sous ma signature ce.....jour d.....1982, à Saint-Jean, dans la province de Terre-Neuve.

LE PRÉSIDENT DE LA COMMISSION,

T. Alexander Hickman, Chief Justice

COMMISSAIRES

Chief Justice T. Alexander Hickman, Président

L'Honorable Gordon A. Winter, O.C., Vice-président

Fintan J. Aylward, Q.C.

Jan Furst, P. Eng.

M.O. Morgan, C.C.

N. Bruce Pardy, P. Eng.

AVOCAT-CONSEIL

Leonard A. Martin Q.C.

David B. Orsborn

SECRÉTAIRE DE LA COMMISSION

David M. Grenville

APPENDICE A-4
Avis des audiences publiques

Royal Commission on the *Ocean Ranger* Marine Disaster
Canada

Commission Royale sur le Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*
Newfoundland / Terre-Neuve

AUDIENCES DE LA COMMISSION

Les personnes désireuses de se faire entendre par la Commission royale sur le désastre marin de l'"Ocean Ranger" sont priées de s'informer auprès de la Commission d'ici le 20 août 1982, quant à la marche à suivre et à la présentation des demandes officielles. La présente annonce ne vise que les audiences concernant les causes du désastre et prévues à l'article 1 du mandat, et non les dispositions énoncées dans l'article 2. Il est possible d'obtenir, sur demande, un exemplaire dudit mandat.

Toutes les demandes d'information ou autres doivent être addressées à:

Commission royale sur le désastre marin de l'"Ocean Ranger"
C.P. 2400, Station "C", St. Jean, Terre-Neuve A1C 6G3
Aux soins du secrétaire de la Commission

Téléphone: (709) 772-4319 Télex: 016-4720

APPENDICE A-5
Liste des organismes et de leurs représentants

STATUT :	
Avocat-conseil de la Commission	Leonard A. Martin, Q.C. David B. Orsborn
PARTIES INTÉRESSÉES ET LEURS REPRÉSENTANTS :	
Avocat-conseil pour le compte d'ODECO Drilling of Canada Limited	John J. O'Neill, Q.C. George A. Frilot III Tucker H. Couvillon, III Winston E. Rice James Shuey D. Richard Robbins
Avocat-conseil pour le compte de Mobil Oil Canada Limited	Michael F. Harrington Janet M. Henley Andrews
Avocat-conseil pour le compte de l'American Bureau of Shipping	Thomas Coyne David L. Russell, Q.C.
Avocat-conseil pour le compte du Gouvernement de Terre-Neuve	James L. Thistle
Avocat-conseil pour le compte de Seaforth Maritime Limited et de Seabase Nova Scotia Limited	Kenneth A. MacInnis
Avocat-conseil pour le compte du Gouvernement du Canada	Norman J. Whalen Dana Lenehan
Avocat-conseil pour le compte du capitaine, des officiers et de l'équipage du *Seaforth Highlander*	Donald A. Kerr, Q.C.
Avocat-conseil pour le compte de Watercraft America Inc.	John M. Green
Avocat-conseil pour le compte du parent le plus proche	Leo D. Barry, Q.C. Raymond J. Halley, Q.C. A. Douglas Moores, Q.C. Claude Sheppard, Jr. John F. Roil Robert B. Andrews David F. Hurley W. Gerard O'Dea Bernard M. Coffey John J. Harris Gillian D. Butler A. Dianne Fraser John A. Bruce

OBSERVATEURS OFFICIELS :

The *Ocean Ranger* Families Foundation
The Workers' Compensation Board of Newfoundland & Labrador
The Newfoundland & Labrador Federation of Labour

APPENDICE A-6
Avis d'enquête – Partie I

Royal Commission on the *Ocean Ranger* Marine Disaster
Canada

Commission Royale sur le Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*
Newfoundland Terre Neuve

AVIS D'ENQUÊTE

Les audiences publiques de la Commission royale sur le désastre marin de l'"Ocean Ranger" commenceront le 25 octobre 1982, à 10 heures, au Canon Stirling Auditorium de l'église St. Mary the Virgin, située sur l'avenue Craigmillar, à Saint-Jean (Terre-Neuve et Labrador).

Le présent avis est publié en vertu des Règles de la Commission royale sur le désastre marin de l'"Ocean Ranger".

Pour obtenir un exemplaire du mandat de la Commission et des Règles de pratique visant la partie de l'enquête précisée au premier paragraphe dudit mandat, vous pouvez communiquer avec le secrétaire à l'adresse suivante:

Monsieur David M. Grenville
Secrétaire de la Commission
Commission royale sur le désastre marin
de l'"Ocean Ranger"
C.P. 2400, succursale postale "c"
Saint-Jean (Terre-Neuve)
A1C 6G3

APPENDICE A-7
Liste des témoins qui ont comparu au cours des audiences publiques – Partie I

TRANSCRIPT	DATE 1982	NOM	AFFILIATION D'AFFAIRES (FÉVRIER 1982)
Volume 1	25 octobre	MILNE, William	Professeur de génie, Memorial University of Newfoundland
Volume 2	26 octobre	BORUM, John F.	Vice-président, American Bureau of Shipping
Volume 3 au Volume 5	27 octobre au 29 octobre	DILKS, Geoffrey	Capitaine, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 5 et Volume 6	29 octobre et 2 novembre	BAMBER, Peter John	Ancien surintendant de la marine, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 7	3 novembre	SKAUG, Erlend	Ancien capitaine, *Ocean Ranger*, (Hiroshima/Alaska), Fearnley & Eger A/S
Volume 8	4 novembre	LIMA, Ordin	Ancien capitaine, *Ocean Ranger*, durant les déplacements, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 8	4 novembre	SOERUM, Bjorn	Ancien ingénieur maritime, *Ocean Ranger*, Fearnley & Eger A/S
Volume 9	5 novembre	GRANGER, George	Électricien, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 10	8 novembre	WIKLUND, Svein	Ancien électricien, *Ocean Ranger*, Fearnley & Eger A/S
Volume 10 au Volume 11	8 novembre au 9 novembre	MAJOR, Lloyd	Infirmier et opérateur radioélectricien de réserve, *Ocean Ranger*, ODECO Drilling of Canada Limited
Volume 11	9 novembre	SHAW, Brian Walter	Ancien opérateur radioélectricien, *Ocean Ranger*, Technicien d'entretien, Gouvernement du Canada
Volume 12	10 novembre	WILCOX, Ronald John	Ministère des Communications, Gouvernement du Canada
Volume 12	10 novembre	JANES, John Patrick	Ministère des Communications, Gouvernement du Canada
Volume 12	10 novembre	ROMANSKY, Stephen	Directeur des opérations pour la côte est, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 13	15 novembre	SPELLACY, Richard	Président et agent exécutif en chef, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 14	16 novembre	GOSSE, Raymond Gordon	Sous-ministre adjoint, Newfoundland & Labrador Petroleum Directorate

Volume 14 au Volume 15	16 novembre au 17 novembre	BRANDON, Lionel Victor	Directeur général, Direction du génie, Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada
Volume 15 au Volume 16	17 novembre au 18 novembre	HEWSON, Michael David	Gestionnaire, Groupe des prévisions environnementales, NORDCO Limited
Volume 16	18 novembre	PORTER, Stuart	Chef des prévisions, Service de l'environnement atmosphérique, Gander, Gouvernement du Canada
Volume 16	18 novembre	SWAIL, Val	Climatologue, Service de l'environnement atmosphérique, Toronto, Gouvernement du Canada
Volume 16 au Volume 17	18 novembre au 19 novembre	WILSON, John Ronald	Directeur, Direction des services des données sur le milieu marin, Pêches et Océans, Ottawa, Gouvernement du Canada
Volume 18	6 décembre	Changement à l'horaire	
Volume 19 au Volume 20	7 décembre au 8 décembre	HIMES, Clifford	Opérateur de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 20 au Volume 21	8 décembre au 9 décembre	SIMPSON, Delmar	Technicien en électronique, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 21 au Volume 22	9 décembre au 10 décembre	WILSON, John	Inspecteur principal, American Bureau of Shipping
Volume 22	10 décembre	ROMANSKY, Stephen	Directeur des opérations pour la côte est, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 23 au Volume 24	13 décembre au 14 décembre	JENNINGS, Frank	Ancien opérateur de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 24	14 décembre	FREEMAN, Geoffrey	Professeur, technologie pétrolière, College of Trades & Technology, Ancien inspecteur, Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada
Volume 24	14 décembre	STRONG, Derek	Inspecteur, Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, Gouvernement du Canada
Volume 24	14 décembre	BURSEY, Maxwell	Directeur des demandes, Commission des accidents du travail
Volume 25	15 décembre	MCCANN, Ed P.	Directeur, Employment Services, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador
Volume 25	15 décembre	ENGLISH, William Joseph	Ancien observateur météorologique, *Ocean Ranger*, MacLaren PlanSearch (FENCO)

TRANSCRIPT	DATE 1983	NOM	AFFILIATION D'AFFAIRES (FÉVRIER 1982)
Volume 26 au Volume 27	8 mars au 9 mars	PORTER, Bruce	Opérateur de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*, ODECO Drilling of Canada Limited
Volume 27 au Volume 29	9 mars au 11 mars	NEHRING, Karl	Ancien capitaine, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 29	11 mars	COUNTS, Jimmy Earl	Surintendant des forages, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 30	14 mars	TROXELL, George H., Jr.	Gestionnaire des opérations de forage, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 31 au Volume 32	15 mars au 16 mars	COUNTS, Jimmy Earl	Surintendant des forages, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 32 au Volume 34	16 mars au 18 mars	GRAHAM, Mervin William	Surintendant local des forages, Grands bancs, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 35	21 mars	KING, Baxter	Opérateur radioélectricien, *SEDCO 706*, SEDCO 706 Drilling Company Limited
Volume 36	23 mars	HIGDON, Jerry Woodrow	Deuxième lieutenant, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 37	24 mars	JORGENSEN, Rolf	Premier lieutenant, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 38	25 mars	LIDSTONE, Kenneth Wayne	Matelot, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 38	25 mars	REES, Eric Norman	Matelot, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 38	25 mars	WOOLRIDGE, Wycliff Bert	Matelot, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 38	25 mars	CHAYTOR, Dennis Gerard	Matelot, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 38	25 mars	THOMPSON, Wayne	Cuisinier, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 39 au Volume 40	28 mars au 29 mars	DUNCAN, Ronald Stewart	Capitaine, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 40	29 mars	TAVENOR, Christine	Opérateur radioélectricien, St. John's, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 40 au Volume 41	29 mars au 30 mars	FLYNN, Richard	Opérateur radioélectricien, St. John's, Mobil Oil of Canada Limited

Volume 41 au Volume 42	30 mars au 31 mars	KING, Donald	Ingénieur de barge, *SEDCO 706*, SEDCO 706 Drilling Company Limited
Volume 42	31 mars	LOVELL, Kenneth	Contremaître principal de forage, *Zapata Ugland*, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 43	5 avril	SENKOE, Keith	Contremaître de forage, *SEDCO 706*, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 44	6 avril	EBY, James	Chef mécanicien, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 44	6 avril	GUPTILL, Clinton	Premier lieutenant, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 45	7 avril	ALLINGHAM, Baxter	Capitaine, *MV Nordertor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 46	16 mai	GERNANDT, Kelvin (Blondie)	Directeur des opérations, St. John's, Ocean Drilling & Exploration Company
Volume 47	17 mai	URSULAK, William John	Contremaître de forage, *SEDCO 706*, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 47	17 mai	HATCHER, Fred	Homme de quart / opérateur de contrôle des ballasts, *SEDCO 706*, SEDCO 706 Drilling Company Limited
Volume 48	18 mai	BOURQUE, Leo	Homme de quart / opérateur de contrôle des ballasts, *SEDCO 706*, SEDCO 706 Drilling Company Limited
Volume 48 au Volume 49	18 mai au 19 mai	FRASER, Rod	Contremaître de forage, *SEDCO 706*, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 49	19 mai	DAVISON, James	Capitaine, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 50	20 mai	MARTIN, Malcolm Alan	Deuxième lieutenant, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 50	20 mai	KANE, Thomas	Matelot de pont, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 51	24 mai	MYDLAND, Jan Arthur	Capitaine, *Zapata Ugland*, Zapata Drilling Company
Volume 51	24 mai	POWER, William	Opérateur radioélectricien, Ministère des Transports, Gouvernement du Canada
Volume 51 au Volume 53	24 mai au 26 mai	BEATTIE, Ken	Surveillant des services logistiques, Champ Hibernia, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 53	26 mai	HUTCHINGS, Bruce Reginald	Copilote, Universal Helicopters, St. John's

Volume 54	27 mai	PREUS, Rudolph Victor	Commandant de bord, Recherche et sauvetage, 103e Unité de sauvetage, Gander
Volume 54	27 mai	CLARKE, George Michael	Commandant de bord, Recherche et sauvetage, 103e Unité de sauvetage, Gander
Volume 54	27 mai	BROWN, Randall Keith	Technicien de recherche et sauvetage, 103e Unité de sauvetage, Gander
Volume 55	30 mai	BARNES, Albert Grenville	Coordonnateur naval, Centre de coordination du sauvetage, St. John's
Volume 55	30 mai	REHSE, Major Fred	Commandant, Recherche et sauvetage, 103e Unité de sauvetage, Gander
Volume 55	30 mai	PIKE, Dr. Eric	Pathologiste légal, Centre des sciences de la santé de l'hôpital général
Volume 56	31 mai	LEONARD, Bernard Michael	Sauveteur, Garde côtière canadienne, Centre de coordination du sauvetage, St. John's
Volume 56	31 mai	MAWHINNEY, John	Contrôleur (aérien) de service, Centre de coordination du sauvetage, Halifax
Volume 56	31 mai	GILLIS, Colin	Commandant, Centre de coordination du sauvetage, Halifax
Volume 57	1er juin	FAHEY, Patrick Joseph	Deuxième lieutenant, *MV Nordertor*, Crosbie Offshore Services Limited
Volume 57	1er juin	GALLAGHER, Robert	Coordonnateur technique, Royal Air Force, Affectation spéciale d'échange, Greenwood, Nouvelle-Écosse
Volume 57	1er juin	RUELOKKE, Max	Vice-président et directeur général, Hydrospace Marine Services
Volume 58	2 juin	Changement à l'horaire	
Volume 59	19 juillet	OLSEN, Mikkjal	Capitaine, *Sigurfari*, bateau de pêche des îles Féroé, exploité par Hewson & Olsen, Îles Féroé
Volume 60	12 septembre	MARKLE, Robert Louis	Chef, Survival Systems Branch, United States Coast Guard, Washington, D.C.
Volume 61	13 septembre	VERMIJ, Maximillian	Spécialiste des analyses électro-mécaniques, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada

Volume 62	14 septembre	BAIKOWITZ, Harry	Président, Technitrol Canada Limited
Volume 62 au Volume 64	14 septembre au 16 septembre	VERMIJ, Maximillian	Spécialiste des analyses électro-mécaniques, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada
Volume 65 au Volume 66	21 novembre au 22 novembre	McDONALD, Hamish	Gestionnaire, Maritime Rescue Section, Robert Gordon Institute of Technology Offshore Survival Centre, Stonehaven, Écosse
Volume 66	22 novembre	WRIGHT, Keith	Chef mécanicien, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 66	22 novembre	SCAMMEL, Derek	Troisième mécanicien, *MV Seaforth Highlander*, Seaforth Maritime Limited
Volume 66 au Volume 67	22 novembre au 23 novembre	CADD, Roger	Gestionnaire de l'affrètement, Seaforth Fednav
Volume 67	23 novembre	SNOW, Dr. Wayne John	Conseiller médical terrestre des membres de l'équipage de l'*Ocean Ranger*
Volume 67	23 novembre	SKILLMAN, Mark Robert	Inspecteur principal des navires, Lloyd's Register of Shipping, Londres
Volume 68	24 novembre	ATKINSON, Frederick Harper	Chef, Services en mer, Lloyd's Register of Shipping, Londres
Volume 68	24 novembre	KAPRAL, Peter	Contremaître de forage, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 68	24 novembre	DAVIES, Brinley Moore	Chef, Division du génie-communications et informatique, Garde côtière canadienne
Volume 68	24 novembre	ASHFORD, Angus	Premier lieutenant, *MV Cape Fox*, National Sea Products Limited
Volume 69	28 novembre	STEIMLER, Gustav Adolf	Directeur, Norwegian Sea Rescue Association, Oslo, Norvège
Volume 69	28 novembre	STEVENSON, Ronald	Directeur, Service des radeaux de sauvetage, IMP Group Limited
Volume 69	28 novembre	O'DONNELL, James Joseph	Inspecteur des radeaux de sauvetage, IMP Group Limited
Volume 70	29 novembre	BERTHIER, Joseph Edgar (Wayne)	Ancien technicien en sécurité, ODECO Drilling of Canada Limited
Volume 70	29 novembre	TURNER, Daniel	Matelot, *MV Boltentor*, Crosbie Offshore Services Limited

Volume 71	30 novembre	HALFWEEG, Nan	Directeur général, Wijsmuller Salvage B.V.
Volume 71	30 novembre	GREER, John	Directeur, Emergency Measures Organization, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador
Volume 72	1er décembre	LEGER, Donald R.	Ancien chef principal de chantier, *Ocean Ranger*, Ocean Drilling & Exploration Company

TRANSCRIPT	DATE 1984	NOM	AFFILIATION D'AFFAIRES (FÉVRIER 1982)
Volume 72A	30 janvier	Changement à l'horaire	
Volume 73 au Volume 74 et Volume 76 (pages 12 251a à 12 251c)	27 février au 28 février et 1er mars	LOOMIS, Ralph W.	Surveillant des travaux mécaniques et de forage, ODECO Engineers Inc.
Volume 75	29 février	ADAMS, Michael Morris	Surveillant, Architectes navals, ODECO Engineers Inc.
Volume 75 au Volume 76	29 février au 1er mars	PETTY, Dr. Terry Don	Président, ODECO Engineers Inc.
Volume 77	2 mars	VERMIJ, Maximillian	Spécialiste de l'analyse électrique-mécanique, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada
Volume 78 au Volume 82 et Volume 83 au Volume 85	5 mars au 9 mars et 12 mars au 14 mars	CORLETT, Dr. Ewan Christian	Architecte naval, concepteur de navires et conseiller naval, Burness, Corlett & Partners (IOM) Limited
RÉCAPITULATIONS			
Volume 86	20 mars	MARTIN, Leonard A., Q.C.	Avocat-conseil de la Commission, Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger*
Volume 86	20 mars	WHALEN, Norman J.	Avocat-conseil, Gouvernement du Canada
Volume 86	20 mars	THISTLE, James L.	Avocat-conseil, Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador
Volume 86	20 mars	COYNE, Thomas	Avocat-conseil, American Bureau of Shipping

Volume 86 au Volume 87	20 mars au 21 mars	MACINNIS, Kenneth A.	Avocat-conseil, Seaforth Maritime & Seabase Nova Scotia Limited
Volume 87	21 mars	HARRINGTON, Michael F.	Avocat-conseil, Mobil Oil of Canada Limited
Volume 87 au Volume 88	21 mars au 22 mars	FRILOT, George A., III	Avocat-conseil ODECO Drilling of Canada Limited
Volume 88	22 mars	ORSBORN, David B.	Avocat-conseil adjoint de la Commission, Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger*

APPENDICE A-8
Liste alphabétique des témoins

NOM	TRANSCRIPTION DES TÉMOIGNAGES	DATE
ADAMS, Michael Morris	Volume 75	29 février 1984
ALLINGHAM, Baxter	Volume 45	7 avril 1983
ASHFORD, Angus	Volume 68	24 novembre 1983
ATKINSON, Frederick Harper	Volume 68	24 novembre 1983
BAIKOWITZ, Harry	Volume 62	14 septembre 1983
BAMBER, Peter John	Volume 5 et Volume 6	29 octobre 1982 et 2 novembre 1982
BARNES, Albert Grenville	Volume 55	30 mai 1983
BEATTIE, Ken	Volume 51 au Volume 53	24 mai 1983 au 26 mai 1983
BERTHIER, Joseph Edgar (Wayne)	Volume 70	29 novembre 1983
BORUM, John F.	Volume 2	26 octobre 1982
BOURQUE, Leo	Volume 48	18 mai 1983
BRANDON, Lionel Victor	Volume 14 au Volume 15	16 novembre 1982 au 17 novembre 1982
BROWN, Randall Keith	Volume 54	27 mai 1983
BURSEY, Maxwell	Volume 24	14 décembre 1982
CADD, Roger	Volume 66 au Volume 67	22 novembre 1983 au 23 novembre 1983
CHAYTOR, Dennis Gerard	Volume 38	25 mars 1983
CLARKE, George Michael	Volume 54	27 mai 1983
CORLETT, Dr. Ewan Christian	Volume 78 au Volume 82 et Volume 83 au Volume 85	5 mars 1984 au 9 mars 1984 et 12 mars 1984 au 14 mars 1984
COUNTS, Jimmy Earl	Volume 29 et Volume 31 au Volume 32	11 mars 1983 et 15 mars 1983 au 16 mars 1983
DAVISON, James	Volume 49	19 mai 1983

DAVIES, Brinley Moore	Volume 68	24 novembre 1983
DILKS, Geoffrey	Volume 3 au Volume 5	27 octobre 1982 au 29 octobre 1982
DUNCAN, Ronald Stewart	Volume 39 au Volume 40	28 mars 1983 au 29 mars 1983
EBY, James	Volume 44	6 avril 1983
ENGLISH, William Joseph	Volume 25	15 décembre 1982
FAHEY, Patrick Joseph	Volume 57	1er juin 1983
FLYNN, Richard	Volume 40 au Volume 41	29 mars 1983 au 30 mars 1983
FRASER, Rod	Volume 48 au Volume 49	18 mai 1983 au 19 mai 1983
FREEMAN, Geoffrey	Volume 24	14 décembre 1982
GALLAGHER, Robert	Volume 57	1er juin 1983
GERNANDT, Kelvin (Blondie)	Volume 46	16 mai 1983
GILLIS, Colin	Volume 56	31 mai 1983
GOSSE, Raymond Gordon	Volume 14	16 novembre 1982
GRAHAM, Mervin William	Volume 32 au Volume 34	16 mars 1983 au 18 mars 1983
GRANGER, George	Volume 9	5 novembre 1982
GREER, John	Volume 71	30 novembre 1983
GUPTILL, Clinton	Volume 44	6 avril 1983
HALFWEEG, Nan	Volume 71	30 novembre 1983
HATCHER, Fred	Volume 47	17 mai 1983
HEWSON, Michael David	Volume 15 au Volume 16	17 novembre 1982 au 18 novembre 1982
HIGDON, Jerry Woodrow	Volume 36	23 mars 1983
HIMES, Clifford	Volume 19 au Volume 20	7 décembre 1982 au 8 décembre 1982
HUTCHINGS, Bruce Reginald	Volume 53	26 mai 1983
JANES, John Patrick	Volume 12	10 novembre 1982
JENNINGS, Frank	Volume 23 au Volume 24	13 décembre 1982 au 14 décembre 1982

JORGENSEN, Rolf	Volume 37	24 mars 1983
KANE, Thomas	Volume 50	20 mai 1983
KAPRAL, Peter	Volume 68	24 novembre 1983
KING, Elaxter	Volume 35	21 mars 1983
KING, Donald	Volume 41 au Volume 42	30 mars 1983 au 31 mars 1983
LEGER, Donald R.	Volume 72	1er décembre 1983
LEONARD, Bernard Michael	Volume 56	31 mai 1983
LIDSTONE, Kenneth Wayne	Volume 38	25 mars 1983
LIMA, Ordin	Volume 8	4 novembre 1982
LOOMIS, Ralph W.	Volume 73 au Volume 74 et Volume 76 (Pages 12 251a à 12 251c)	27 février 1984 au 28 février 1984 et 1er mars 1984
LOVELL, Kenneth	Volume 42	31 mars 1983
MAJOR, Lloyd	Volume 10 au Volume 11	8 novembre 1982 au 9 novembre 1982
MARKLE, Robert Louis	Volume 60	12 septembre 1983
MARTIN, Malcolm Alan	Volume 50	20 mai 1983
MCCANN, Ed P.	Volume 25	15 décembre 1982
MCDONALD, Hamish	Volume 65 au Volume 66	21 novembre 1983 au 22 novembre 1983
MAWHINNEY, John	Volume 56	31 mai 1983
MILNE, William	Volume 1	25 octobre 1982
MYDLAND, Jan Arthur	Volume 51	24 mai 1983
NEHRING, Karl	Volume 27 au Volume 29	9 mars 1983 au 11 mars 1983
O'DONNELL, James Joseph	Volume 69	28 novembre 1983
OLSEN, Mikkjal	Volume 59	19 juillet 1983
PETTY, Dr. Terry Don	Volume 75 au Volume 76	29 février 1984 au 1er mars 1984
PIKE, Dr. Eric	Volume 55	30 mai 1983

PORTER, Bruce	Volume 26 au Volume 27	8 mars 1983 au 9 mars 1983
PORTER, Stuart	Volume 16	18 novembre 1982
POWER, William	Volume 51	24 mai 1983
PREUS, Rudolph Victor	Volume 54	27 mai 1983
REES, Eric Norman	Volume 38	25 mars 1983
REHSE, Major Fred	Volume 55	30 mai 1983
ROMANSKY, Stephen	Volume 12 et Volume 22	10 novembre 1982 et 10 décembre 1982
RUELOKKE, Max	Volume 57	1er juin 1983
SCAMMEL, Derek	Volume 66	22 novembre 1983
SENKOE, Keith	Volume 43	5 avril 1983
SHAW, Brian Walter	Volume 11	9 novembre 1982
SIMPSON, Delmar	Volume 20 au Volume 21	8 décembre 1982 au 9 décembre 1982
SKAUG, Erlend	Volume 7	3 novembre 1982
SKILLMAN, Mark Robert	Volume 67	23 novembre 1983
SNOW, Dr. Wayne John	Volume 67	23 novembre 1983
SOERUM, Bjorn	Volume 8	4 novembre 1982
SPELLACY, Richard	Volume 13	15 novembre 1982
STEIMLER, Gustav Adolf	Volume 69	28 novembre 1983
STEVENSON, Ronald	Volume 69	28 novembre 1983
STRONG, Derek	Volume 24	14 décembre 1982
SWAIL, Val	Volume 16	18 novembre 1982
TAVENOR, Christine	Volume 40	29 mars 1983
THOMPSON, Wayne	Volume 38	25 mars 1983
TROXELL, George H. Jr.	Volume 30	14 mars 1983
TURNER, Daniel	Volume 70	29 novembre 1983
URSULAK, William John	Volume 47	17 mai 1983
VERMIJ, Maximillian	Volume 61 au Volume 64 et Volume 77	13 septembre 1983 au 16 septembre 1983 et 2 mars 1984

WIKLUND, Svein	Volume 10	8 novembre 1982
WILCOX, Ronald John	Volume 12	10 novembre 1982
WILSON, John	Volume 21 au Volume 22	9 décembre 1982 au 10 décembre 1982
WILSON, John Ronald	Volume 16 au Volume 17	18 novembre 1982 au 19 novembre 1982
WOOLRIDGE, Wycliff Bert	Volume 38	25 mars 1983
WRIGHT, Keith	Volume 66	22 novembre 1983

RÉCAPITULATIONS

COYNE, Thomas	Volume 86	20 mars 1984
FRILOT, George A. III	Volume 87 au Volume 88	21 mars 1984 au 22 mars 1984
HARRINGTON, Michael F.	Volume 87	21 mars 1984
MACINNIS, Kenneth A.	Volume 86 au Volume 87	20 mars 1984 au 21 mars 1984
MARTIN, Leonard A., Q.C.	Volume 86	20 mars 1984
ORSBORN, David B.	Volume 88	22 mars 1984
THISTLE, James L.	Volume 86	20 mars 1984
WHALEN, Norman J.	Volume 86	20 mars 1984

APPENDICE A-9
Liste des pièces présentées lors des audiences de la Partie I

1 Le décret CP 1982-819 du 17 mars 1982 du gouvernement du Canada

2 Le décret du 16 mars 1982 du gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador

3 «*Ocean Ranger* Data Profile», publié par ODECO Engineers, Inc.

4 Certificat d'immatriculation (Certificate of Registry) délivré à la Nouvelle-Orléans (Louisiane) par la United States Coast Guard, 5 août 1980

5 Certificat d'inspection (Certificate of Inspection) établi et délivré à Providence (Rhode Island), le 27 décembre 1979, par la United States Coast Guard

6 Certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge (Cargo Ship Safety Certificate) délivré à New-York par la United States Coast Guard, le 27 décembre 1980

7 Certificat international de franc-bord (International Load Line Certificate), délivré à New-York par l'American Bureau of Shipping pour le compte de la United States Coast Guard le 30 octobre 1981

8 Certificat de sécurité de construction pour navire de charge (Cargo Ship Safety Construction Certificate), délivré à New-York par l'American Bureau of Shipping pour le compte de la United States Coast Guard le 28 avril 1980

9 Certificat de sécurité radiotélégraphique pour navire de charge (Cargo Ship Safety Radiotelegraphy Certificate), délivré à St. John's (Terre-Neuve) par l'American Bureau of Shipping, avec l'autorisation du gouvernement du Canada le 16 avril 1981

10 Certificat d'examen annuel des engins (Certificate of Annual Examination of Gear), délivré à St. John's (Terre-Neuve) par l'American Bureau of Shipping le 16 juin 1981

11 Certificat de constructeur (Builder's Certificate) délivré par Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Tokyo (Japon), le 28 mai 1976

12 Certificat de mesures (Certificate of Admeasurement) délivré par la United States Coast Guard à la Nouvelle-Orléans (Louisiane), le 21 décembre 1979 et à Philadelphie (Pennsylvanie), le 30 juin 1980

13 Désignation du port d'attache du navire (Designation of Home Port of Vessel), délivré à la Nouvelle-Orléans (Louisiane) par la United States Coast Guard, 26 juin 1980

14 Serments d'immatriculation (Oaths of Registry) «Licence of Vessel», délivré à la Nouvelle-Orléans (Louisiane) par la United States Coast Guard, 24 juin 1980

15 Certificat d'entretien (Certificate of Service) des radeaux gonflables Sea-Jay Elliot, délivré par IMP Group Ltd., mai-juillet 1981, N^os^ de série 20, 710-714

15A Certificat d'entretien (Certificate of Service) des radeaux de sauvetage gonflables Sea-Jay Elliot, délivré par IMP Group Ltd., avril-juillet 1981, N^os^ de série 715 à 718.

15B Documents descriptifs des radeaux Sea-Jay Elliot

16 «*Ocean Ranger* Emergency Procedures» (Mesures d'urgence relatives à l'*Ocean Ranger*), publiées par ODECO Drilling of Canada Limited.

17 Rôle d'appel; mesures d'urgence en cas de feu ou d'abandon (*Ocean Ranger*)

18 *SEDCO 706* — Journaux radio et météorologique — 14-17 février 1982

19 *SEDCO 706* — Journal de contrôle de barge — 1-20 février 1982

19A Transcription dactylographiée de la pièce 19, *SEDCO 706* — Journal de contrôle de barge, 14-15 février 1982

20 *SEDCO 706* — Feuilles de contrôle de barge — 1-16 février 1982

21 Journaux radio de la base de Mobil, 9-17 février 1982

21A Transcription dactylographiée de la pièce 21, Journaux radio de la base de Mobil, 9-17 février 1982

22 Journal radio de la Garde côtière canadienne, St. John's, 15-21 février 1982

23 Journal du répartiteur, Universal Helicopters, 15 février 1982

24 Rapports d'état (après-midi) de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada Limited, St. John's, 1-14 février 1982

25 Rapport d'inspection officieux de la United States Coast Guard, établi par le Lieutenant-commander Purtell et daté du 2 novembre 1981

26 Journal radio du *MV Nordertor* — 5-15 février 1982

26A Transcription dactylographiée de la pièce 26, Journal radio du *MV Nordertor*, 14-15 février 1982

27 Odeco Drilling of Canada Limited and Mobil Oil Canada Limited, Drilling Agreement (Accord sur le forage entre Odeco Drilling of Canada Limited et Mobil Oil Canada Limited), 28 février 1980 et 16 octobre 1981, prolongation

28 Registre de facturation de service de Marisat — 1-15 février 1982 — *Ocean Ranger*; 1-16 février 1982 — *SEDCO 706*

29 Registre de facturation de service de Marisat — 15 janvier-16 février 1982 — *Ocean Ranger*

30 Historique de l'activité de l'*Ocean Ranger*, 30 juin 1976-14 février 1982

31 Journal du répartiteur, Mobil Oil Canada Limited, 13-17 février 1982

32 Journal de mer du *MV Nordertor*, 15 février 1982

32A Transcription dactylographiée de la pièce 32, Journal de mer du *MV Nordertor*, 15 février 1982

33 Document découlant de la visite annuelle aux fins de la cote (Annual Class Survey) et délivré par l'American Shipping Bureau, 17 juin 1981

34 Rapport hebdomadaire sur la stabilité de l'*Ocean Ranger*, 1 février 1982

34A Rapport hebdomadaire sur la stabilité de l'*Ocean Ranger*, 11 février 1982

34B Rapport sur le forage — *Ocean Ranger*, 10 février 1982

34C Rapport sur la stabilité de l'*Ocean Ranger*, 9 février 1982

35 Éléments particuliers de l'embarcation de sauvetage Watercraft, du canot de secours et des bossoirs d'embarcation

36 Brochures relatives à l'embarcation de sauvetage Watercraft, de Watercraft America Limited

37 Schéma de montage de bossoir de l'embarcation de sauvetage Watercraft

38 Certificats norvégiens relatifs à l'équipement des embarcations de sauvetage et délivrés par A/S Nor Davit (Bergen) et par les fabricants conformément aux règlements de la Norwegian Maritime Directorate

39 Rapport sur l'ancrage, bloc N° J-34 du champ Hibernia, 29 novembre 1981

40 Message Radio TUKTOYAKTUK reçu de l'*Ocean Ranger* à 0442 Zulu (01 h 12 HNT), 14 février 1982

41 Liste d'identification finale des employés de service à bord de l'*Ocean Ranger*; y compris les adresses, les membres de la famille à contacter, etc.

42 Journal de mer du *MV Boltentor*, 14-22 février 1982

42A Transcription dactylographiée de la pièce 42, Journal de mer du *MV Boltentor*, 14-15 février 1982

43 Journaux des opérateurs, Centre de coordination du sauvetage (RCC), 15-16 février 1982

44 Journal de veille, Centre de coordination du sauvetage «B» (RCC), 15-17 février 1982

45 Dossier du cas, Centre de coordination du sauvetage (SAREC), 15 février 1982, notes et copie en clair

46 Dossier du cas, Centre de coordination du sauvetage (SAREC), 16 février 1982, notes et copie en clair

47 Dossier du cas, Centre de coordination du sauvetage (SAREC), 17 février 1982, notes et copie en clair

48 Le *Bartlett*, navire de la Garde côtière canadienne — résumé de recherche et de sauvetage, 16-24 février 1982

49 Le *Jackman*, navire de la Garde côtière canadienne — résumé de recherche et de sauvetage, 19-24 février 1982

50 Rapports d'inspection de l'*Ocean Ranger*, établis par l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, du 15 avril 1980 au 4 février 1982

51 «*Ocean Ranger* Booklet of Operating Conditions», établi par ODECO Engineers, Inc., approuvé par l'American Bureau of Shipping — 21 janvier 1977

51A «*Ocean Ranger* Booklet of Operating Conditions», approuvé par la United States Coast Guard — 6 janvier 1981

52 «Permit to Drill Hibernia J-34», délivré à Mobil Oil Canada Limited par l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, 13 octobre 1981.
«Well Status for Hibernia J-34», au 16 février 1982.

53 «Mobil Oil Plan of Survey Hibernia J-34», établi par McElhanney Surveying & Engineering Limited, et publié le 9 décembre 1981

54 Lettre de l'American Bureau of Shipping à l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, datée du 18 février 1982 et portant sur la classification et sur les visites depuis mai 1978

55 American Bureau of Shipping : Examen et rapport à la suite de la visite annuelle de la coque et de la machinerie, inspection annuelle de franc-bord, délivrance d'un certificat provisoire de franc-bord et examen de la partie immergée de l'installation. Visite N° PA4720, 8 avril 1980.

56 American Bureau of Shipping «Certification Column Stabilized Drilling Unit AMS», 11 février 1980

57 Essais sur modèle — *Ocean Ranger* (Model Tests — Ocean Ranger), mai 1974, effectués par l'Offshore Technology Corporation pour le compte d'Ocean Drilling and Exploration Company

58 Plan général de l'*Ocean Ranger*, établi le 28 mai 1976

59 Situation générale (maritime) pour Terre-Neuve, diffusées du Bureau météorologique de Gander par Environnement Canada pour la période du 11 au 16 février 1982

60 Prévisions météorologiques locales communiquées par Nordco Limited, à Mobil Oil Canada Limited pour la période du 13 au 17 février 1982

61 Observations météorologiques supplémentaires (Supplementary Weather Observation), journaux de Stations privées d'observation météorologique aux aéroports (SPOMA) pour la *SEDCO 706* et la *Zapata Ugland* — 12-18 février 1982

62 Journal d'observations quotidiennes de McLaren-Marex (McLaren-Marex Daily Observations Log) — *Zapata Ugland*, 13-16 février 1982

63 Centre météorologique et océanographique des Forces canadiennes, analyse des vagues, 10-16 février 1982

64 Rapports synoptiques, préparés par le Centre de l'environnement atmosphérique de Gander, pour la période du 11 au 16 février 1982

65 Disposition générale des habitations de l'*Ocean Ranger* — 2e et 3e étages

66 Télex de détresse de l'*Ocean Ranger* à la United States Coast Guard , Centre de coordination du sauvetage (RCC) de New York 0439 Zulu (01 h 09 HTN), 15 février 1982

67 Plans d'intervention et mesures d'urgence de Mobil Oil Canada Limited (Mobil Oil Canada Limited Contingency Plans & Emergency Procedures), août 1980

68 Liste des entrepreneurs faisant affaire avec la *Zapata Ugland*, la *SEDCO 706* et l'*Ocean Ranger*

69 Cartes montrant l'emplacement des puits du champ Hibernia fournies par le Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate

70 Système d'amarrage de l'*Ocean Ranger* fourni par le Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate

71 Communications radio entre la Garde côtière (St. John's) et l'*Ocean Ranger*, 1 janvier-13 février 1982

72 Journal radio (VON) de la Garde côtière (St. John's), 15 février 1982

73 Installation du système d'embarcation de sauvetage Watercraft (58 places), 1 avril 1980

74 Centre météorologique de l'Atlantique, Analyse de surface pour six heures — 11-17 février 1982

74A Vingt-sept dessins accentués de l'*Ocean Ranger* refaits à partir des plans d'exécution, y compris :
disposition générale
disposition de la salle de contrôle
équipement de sécurité.

74B Plans d'exécution de l'*Ocean Ranger* :
Disposition de l'indicateur de pression et du voyant d'alarme
Dessin N° NMA 298-1-3B
Diagramme schématique de la surface de contrôle (coque de bâbord)
Dessin N° NMA 298-1-2
Diagramme schématique de la surface de contrôle (coque de tribord)
Dessin N° NMA 298-1-1
Diapositives N° 070, 071, 072 respectivement

75 Texte de la déclaration de l'American Bureau of Shipping aux audiences de la Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger*, daté du 26 octobre 1982

76 American Bureau of Shipping — Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units 1973

76A American Bureau of Shipping — Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units — Appendix B

77 American Bureau of Shipping — Rules for Building and Classing Mobile Offshore Drilling Units, 1980

78 Demande initiale de classification d'Ocean Drilling and Exploration Company à l'American Bureau of Shipping

79 American Bureau of Shipping — Demande officielle d'une visite pour fins de classification présentée par la Mitsubishi Heavy Industries Limited, 24 janvier 1974

80 American Bureau of Shipping — Survey for Load Lines July 30, 1975 — Report KU9170

81 American Bureau of Shipping — éléments particuliers pour les certificats de cote :
Rapport de classification de coque;
Rapport sur les machines à combustion interne de propulsion principale;
Rapport sur la machinerie de propulsion électrique;
Rapport supplémentaire sur la machinerie, les pompes et la tuyauterie;
Rapport sur l'équipement électrique de service des navires;
Rapports sur les pièces de moulage ou les pièces de forge.

82 American Bureau of Shipping — Tests on Main Propulsion D.C. Generators for *Ocean Ranger* (Essais sur les génératrices de courant continu des machines principales de l'*Ocean Ranger*)

83 American Bureau of Shipping — Rapports/certificats

Rapport de visite et certificat de sécurité de construction pour navire de charge	KU9787	28 mai 1976
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	S13971	2 décembre 1976
Certificat de franc-bord	61-30,895	5 mai 1977
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	SF25645	12 juin 1977
Visite annuelle de la coque et de la machinerie	SF25644	21 juin 1977
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	S15572	26 mai 1978
Examen sous-marin, Seward, Alaska	S15571	24 octobre 1978
Rapport sur l'avarie à l'hélice	S15573	24 octobre 1978
Rapport sur la défense de bateau	VA7476	13 janvier 1979
Rapport sur les avaries au bateau	VA7728	6 mars 1979
Rapport de visite et certificat de sécurité de construction pour navire de charge	VA7687	5 juillet 1979
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	VA7729	5 juillet 1979
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	PA4720	8 avril 1980

Rapport de visite et certificat de sécurité de construction pour navire de charge	PA4724	8 avril 1980
Examen sous-marin, Wilmington Canyon, Atlantic City, New-Jersey	PA4936	8 avril 1980
Rapport d'inspection annuelle de franc-bord	2915	17 juin 1981

84 American Bureau of Shipping — Registre et certificats des apparaux de levage, Kure, Japon, 28 mai 1976.

85 American Bureau of Shipping — rapports sur l'équipement de sécurité, du 1 mars au 28 mai 1976

86 American Bureau of Shipping — rapports sur l'installation de radiotélégraphie — 30 juillet 1976; 24 juin 1977; 20 juin 1978; 18 mai 1979

87 Correspondance de l'American Bureau of Shipping au sujet du Booklet of Operating Conditions (Manuel d'exploitation) :

1) de l'American Bureau of Shipping à ODECO Engineers Inc., 21 janvier 1977
2) de l'American Bureau of Shipping à ODECO Engineers Inc., 13 avril 1977
3) d'ODECO Engineers Inc. à l'American Bureau of Shipping – 9 novembre 1977

88 Correspondance de l'American Bureau of Shipping au sujet de la stabilité :

1) de la United States Coast Guard à Ocean Drilling and Exploration Company, 13 décembre 1979
2) de la United States Coast Guard à Ocean Drilling and Exploration Company, 16 décembre 1979
3) de la United States Coast Guard à Ocean Drilling and Exploration Company, 6 janvier 1981

89 Calculs de stabilité de l'American Bureau of Shipping, 115 pages, janvier 1979

90 Correspondance classée de l'American Bureau of Shipping à Ocean Drilling and Exploration Company, 51 pages

91 Données comparatives de l'American Bureau of Shipping sur l'*Ocean Ranger*, la *SEDCO 706* et la *Zapata Ugland*

92 Film de promotion de l'*Ocean Ranger*, d'Ocean Drilling and Exploration Company

93 Photographies N^os^ 1 à 34 de l'*Ocean Ranger*, présentées par le capitaine Erlend Skaug, ancien capitaine de l'*Ocean Ranger*

94 Dessins (N° P-3113) de la console de contrôle de ballasts, 31 pages, y compris la couverture

95 Photo: local radio, *Ocean Ranger* présentée par Lloyd Major, opérateur radioélectricien, *Ocean Ranger*

96 Certificat d'instruction relative aux embarcations de sauvetage délivré à Lloyd Major, opérateur radioélectricien, par Karl Nehring, ancien capitaine de l'*Ocean Ranger*

97 Curriculum Vitae, Lloyd Major, opérateur radioélectricien, *Ocean Ranger*

98 Photo: radio MARISAT à bord de l'*Ocean Ranger*, présentée par Lloyd Major, opérateur radioélectricien

99 Ministère des Communications — correspondance relative à l'inspection et à la certification de l'équipement radio de l'*Ocean Ranger*, avril 1981

100 «A Guide to Marine Radiotelephone Operation» (Guide des opérations radiotéléphoniques) publié par le ministère des Communications, région de l'Atlantique, Canada

101 OSA 851 Nordertor Offshore Supply Association Limited «Outline Specifications»

102 Contrats entre Crosbie Enterprises et Mobil Oil Canada Limited pour les services des navires de soutien *MV Boltentor* et *MV Nordertor*

103A Équipement de sauvetage à bord de six navires de soutien de Crosbie en août 1982

103B Équipement radar à bord de six navires de soutien Crosbie en mai 1981

103C Équipement radio à bord de six navires de soutien Crosbie en mai 1981

104A Disposition générale — navire de soutien Dessin N° 8219P-01 — Échelle 1:100, octobre 1982

104B Transparent : disposition générale — navire de soutien Dessin N° 8219P-01 — Échelle 1:100, octobre 1982

104C Caractéristiques du navire de soutien — 2 pages, signé par C. A. Nicol, vice-président, SEAGEM Inc.

105 1) Avis envoyé à tous les titulaires de permis par le ministère des Mines et de l'Énergie, 2 février 1979
2) «Volume 5 Physical and Environmental Considerations» Mobil et al: Hibernia J-34
3) «Approval for Drilling: Hibernia J-34», donnée par le Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate, 13 novembre 1981

106 «Guidelines and Procedures under Certain Sections of the Newfoundland and Labrador Petroleum Regulations, 1977» publiées avec l'autorisation du ministre des Mines et de l'Énergie, 30 novembre 1978

107 «Province of Newfoundland and Labrador Accidental Occurrences Contingency Plans Concerning Offshore Petroleum Related Activity» (Plans d'intervention en cas d'accidents survenant dans le cadre d'activités pétrolières offshore — province de Terre-Neuve et du Labrador), juillet 1981.

108 1) «Notice of Authority to Drill a Well», publié par l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, 13 octobre 1981
2) «Drilling Program Approval», délivrée par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 29 octobre 1981
3) «Authority to Drill a Well», délivrée par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 12 novembre 1981

109 1) «Mobil Oil Canada Limited Grand Banks Oil Spill Contingency Plan Revised July 1981 — Unit 1 — Action Manual»
2) «Mobil Oil Canada Ltd. Grand Banks Contingency Plan April 1980, Unit 2 — Supporting Environmental Information Manual»

110 Télex de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada à Mobil Oil Canada Limited, 11 mars 1982 : Exigences relatives au retour à la mer de la SEDCO 706 et de la *Zapata Ugland*

111 Instructions et directives aux exploitants au large des côtes, publiées par Énergie, Mines et Ressources Canada 8e édition, avril 1979, rapport E1 79-4

112 Extrait du «NORDCO Limited Forecast Interpretation Manual», pages 2-8 fournies par Michael Hewson, directeur

113 Résumé d'information météorologique pour le 14 et le 15 février 1982 et observations météorologiques supplémentaires pour la *Zapata Ugland* et la *SEDCO 706*

114 NORDCO Limited «Forecast Verification Graphs» pour le 14 et le 15 février 1982

115 Télex de NORDCO Limited à Mobil Oil Canada Limited, 1 septembre 1982 : Définition de paramètres dans les prévisions propres à un lieu donné

116 Graphiques de prévisions météorologiques, 13-15 février 1982, 10 pages présentées par le commissaire Pardy

117 Prévisions maritimes et observations météorologiques pour le 14 et le 15 février 1982, présentées par Stuart Porter, observateur météorologique, Centre de l'Environnement atmosphérique

118 1) Information sur les vagues pour la station 140, *Zapata Ugland*. N° d'identification 18-2-104
2) Statistiques sur la hauteur maximum des vagues, Bande N° 103, 11-15 février 1982
3) Hauteur caractéristique en mètres pour la station 140, la *Zapata Ugland*, et 156, l'*Ocean Ranger* pour janvier et février 1982

119 Données sur les vagues enregistrées de la Zapata Ugland, station 140, du 14 au 16 février 1982

120 1) Rapport d'état (matinée) de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada Limited, à St. John's pour le 9 février 1982
2) Rapport sur la stabilité de l'*Ocean Ranger* pour le 9 février 1982
3) Rapport d'état (matinée) de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada Limited, St. John's, pour le 14 février 1982
4) Rapport sur la stabilité de l'*Ocean Ranger* daté du 9 février 1982, exemplaire de travail pour le 14 février 1982

121 Configuration des ballasts de l'*Ocean Ranger*, 14 février 1982

122 Divers rapports de l'*Ocean Ranger*, 89 pages

Pages 1-6 Rapports (matinée), 28, 29, 30 janvier 1982
Pages 7-69 Journaux aux deux heures, 1-31 janvier 1982
Pages 70-89 Rapports d'appoint (matinée), 12-21 juillet 1981

123 Eléments physiques de preuve récupérés sur l'*Ocean Ranger* au cours des missions de plongée de juillet 1982 :
1) tige de laiton et boulon
2) base
3) soupape à solénoïdes et cache-poussière

124 État des soupapes à commande par solénoïdes récupérées sur l'*Ocean Ranger* au cours des missions de plongée de juillet 1982

125 Dessin à main levée des bancs de solénoïde — panneau de contrôle inférieur, présenté par l'avocat d'ODECO Drilling of Canada Limited

126 Version accentuée de la pièce 74B, Diagramme schématique des surfaces de contrôle (coque de bâbord et coque de tribord) présentée par le commissaire Furst

127 Documents choisis de l'American Bureau of Shipping, 23 pages, revus par John L. Wilson, inspecteur principal, American Bureau of Shipping

128 Correspondance de Mobil Oil Canada Limited, datée du 1 octobre 1980 au 11 avril 1981 et portant sur la politique d'embauche locale

129 Photos (quatre) — Vues extérieures de la salle de contrôle des ballasts, présentées par Garland Elsworth, ancien observateur météorologique, *Ocean Ranger*; identifiées par Frank Jennings, ancien opérateur des commandes des ballasts, *Ocean Ranger*.

130 Ocean Drilling and Exploration Company : correspondance entre bureaux datée du 3 juillet 1978. Objet : coefficients de correction de hauteur pour les lectures de la vitesse du vent.

131 Dossier d'information sur l'emploi, sommaire d'immatriculation et correspondance générale d'ODECO (U.K.) Inc. et ODECO Drilling of Canada Limited au Ministère du Travail, province de Terre-Neuve et du Labrador, 9 octobre 1980 au 15 avril 1981

132 Journal d'observations quotidiennes MacLaren-Marex, 9-10 janvier 1982, identifié par William Joseph English, observateur météorologique chez MacLaren

133 Petroleum Extension Service, The University of Texas, «Lessons in Rotary Drilling Unit V, Lesson 1 — Wind, Waves and Weather, 1977»

134 Petroleum Extension Service, The University of Texas, «Lessons in Rotary Drilling Unit V, Lesson 2 — Spread Mooring Systems, 1976»

135 Petroleum Extension Service, The University of Texas, «Lessons in Rotary Drilling Unit V, Lesson 3 — Buoyancy, Stability and Trim, 1976»

136 Notes présentées par Bruce Porter, opérateur des commandes des ballasts, *Ocean Ranger*

137 Rapport proviscire : Bureau national de la sécurité dans les transports : «Marine Accident Report, into the Capsizing and Sinking of the U.S. Mobile Offshore Drilling Unit *Ocean Ranger*», daté du 2 mars 1983

138 Certificat de formation décerné par Ocean Drilling and Exploration Company à Bruce Porter, manoeuvre de chantier

139 Règlement de la United States Coast Guard concernant les installations mobiles de forage offshore 46 CFR 109.215; 109.217, 4 décembre 1978

140 Correspondance présentée par Karl Nehring, ancien capitaine de l'*Ocean Ranger*, et portant l'intitulé suivant : To: Officer in Charge, Marine Inspection, United States Coast Guard, January 1, 1982.

141 Exposé du chef de chantier de forage Kent Thompson à Ocean Drilling and Exploration Company sur la démission du capitaine Karl Nehring

142 Rapport du directeur des forages sur la gîte de 5° par bâbord arrière accusée par l'*Ocean Ranger*, 6 février 1982

143 Rapport sur l'ancrage, Hibernia J-34, 29 novembre 1981

144 Diagramme des systèmes de compensation de mouvement

145A Rapports matinaux de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada, St. John's, décembre, 1981

145B Rapports matinaux de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada, St. John's, janvier 1982

145C Rapports matinaux de l'*Ocean Ranger* à ODECO Drilling of Canada, St. John's, février 1982

146 Correspondance de W. M. Hannan, de l'American Bureau of Shipping :

1) à G. N. Troxell, d'Ocean Drilling and Exploration Company, 18 février 1976
2) à la République de Panama, 18 février 1976

147 Essai sur modèle de l'*Ocean Ranger* préparé par la Corporation des technologies offshore 1974, extrait de la pièce n° 57, pages 1, 12, 23

148 Sommaire du tableau 6 des rapports sur la stabilité de l'*Ocean Ranger*, 12 octobre 1981 and 18 octobre 1981

149 Rapport de Jim Counts, surintendant des forages, *Ocean Ranger*, à Jim Wilkinson, vice-président d'Ocean Drilling and Exploration Company, sur la démission du capitaine Karl Nehring. Présenté par l'avocat-conseil d'ODECO.

150 Lettre de Merv Graham, surintendant des forages, Mobil Oil Canada Limited, to Gordon Gosse, du Newfoundland and Labrador Petroleum Directorate, 10 février 1982; lettre de M. Graham à ODECO Drilling of Canada Inc., 12 février 1982, au sujet de la gîte observée le 6 février

151 Résumé d'appels téléphoniques et de notes provenant avant, pendant et après les événements mettant en cause l'*Ocean Ranger*, le 15 février 1982, de Merv Graham, surintendant des forages, Mobil Oil Canada Limited.

152 Lettre de MM. Stirling, Ryan, Reid, Harrington, Andrews and Lilly, datée du 25 juin 1982, à L.A. Martin, avocat-conseil de la Commission et portant sur le programme de suspension du puits Hibernia J-34

153 Train de tiges de forage de l'*Ocean Ranger*, conformément à l'enregistrement effectué par Neddrill 2, 10 juin 1982 Extrait de la pièce 196 — Rapport de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada

154A Transcription de l'enregistrement magnétique réalisé au Centre de coordination du sauvetage (SAREC), St. John's, 15 février 1982, pages 1-200

154B Transcription de l'enregistrement magnétique réalisé au Centre de coordonnation du sauvetage, St. John's, 15 février 1982, pages 201-387

155 Notes aide-mémoire, 13-15 février 1982, de Merv Graham, surintendant des forages, Mobil Oil Canada Limited

156 Charte-partie entre Mobil Oil Canada Limited et Seabase Nova Scotia Limited, 15 janvier 1982, pour les services du navire de soutien *MV Seaforth Highlander*

157 *SEDCO 706* — Plan du pont supérieur

158 *SEDCO 706* — Nomenclature de l'équipement de la salle de radio et du nouvel équipement radio installé à partir du 14 février 1982, publié le 14 octobre 1982

159 Transcription dactylographiée de la pièce N° 18, journaux radio et météorologique, *SEDCO 706*, 14, 15 février 1982.

160 *SEDCO 706* Illustration de la disposition de la console de commande radio

161 Extraits des journaux radio de la *Zapata Ugland* pour février 1982

162 Journaux du *MV Seaforth Highlander* pour la période allant du 14 au 23 février 1982, y compris le livre de bord, le journal du second et le journal du service radiotéléphonique

162A Transcription dactylographiée des journaux du *MV Seaforth Highlander* pour les 14 et 15 février 1982

163 Disposition générale relative au ravitailleur/poseur d'ancres *MV Seaforth Highlander*

164 Disposition générale relative au ravitailleur/poseur d'ancres et de chaînes d'installation de forage, *MV Seaforth Jarl*

165 Lettre d'éloge à l'équipage du *MV Seaforth Highlander* de Mobil Oil of Canada Limited, 30 mars 1982

166 Extrait de la brochure de Harding sur la sécurité des embarcations de sauvetage couvertes

167 Certificat de livraison/de restitution de navire portant sur le *MV Seaforth Highlander* et transmis de Seaforth Maritime Limited à Mobil Oil Canada Limited — 15 janvier 1982

167A Certificat d'inspection de sécurité portant sur le *MV Seaforth Highlander*, ministère des Transports, 28 janvier 1982

167B Enregistrement d'équipement de sécurité du *MV Seaforth Highlander*, établi par le ministère des Transports, 27 juin 1980

167C Enregistrement de visite du navire *MV Seaforth Highlander* daté du 18 février 1982

168 Ordres permanents manuscrits promulgués par R.S. Duncan, capitaine, et signés par l'équipage du *MV Seaforth Highlander*

169 Ordres permanents manuscrits promulgués par R.S. Duncan, capitaine, à l'intention du personnel de quart sur la passerelle, *MV Seaforth Highlander*

169A Transcription dactylographiée de la pièce N° 169, ordres permanents manuscrits

170 Croquis : Route du *MV Seaforth Highlander* de 12 h, heure locale, le 14 février 1982, à 01 h 05, heure locale, le 15 février 1982, présenté par R.S. Duncan, capitaine

171 Croquis : Position du *MV Seaforth Highlander* à 01 h 05, heure locale, le 15 février 1982, présenté par R.S. Duncan, capitaine

172 Croquis : Position du *MV Seaforth Highlander* à 01 h 50, heure locale, présenté par R.S. Duncan, capitaine

173 Liste des publications conservées à bord du *MV Seaforth Highlander*

174 Merchant Shipping Notice N° M1019 (31 décembre 1981), délivrée par le Department of Trade, Londres

175 Système de communications de Mobil Oil Canada Limited, St. John's, avec les plates-formes offshore, les navires de service, les hélicoptères; fréquences énumérées.

176 Notes présentées par Keith Senkoe, contremaître de forage, *SEDCO 706*, portant sur le 14 février 1982

177 Croquis : Position du *MV Nordertor* de 20 h, heure locale, le 14 février 1982, à 01 h 30, heure locale, le 15 février 1982, présenté par Baxter Allingham, capitaine

178 Croquis : Position du *MV Nordertor* de 01 h 30, heure locale, le 15 février 1982, à son arrivée à l'*Ocean Ranger*, à 03 h 40, heure locale, le 15 février 1982, présenté par Baxter Allingham, capitaine

179 Lettre de R.A. Sutherland, United States Coast Guard, à Ocean Drilling Exploration Company datée du 18 décembre 1979 et portant sur l'inspection en vue de la certification de l'installation mobile de forage en mer *Ocean Ranger*

180 Transcription dactylographiée de la pièce 180A, Journal des appels de détresse de R. Fraser, contremaître de forage, *SEDCO 706*, 15 février 1982

180A Journal des appels de détresse de R. Fraser, contremaître de forage, *SEDCO 706*; (notes manuscrites), 15 février 1982

181 Emplacements des puits et position du *MV Boltentor*, le 15 février 1982, présentés par James Davison, capitaine

182 Bouée d'ancre de la plate-forme et position du *MV Boltentor* le 15 février 1982, présentés par James Davison, capitaine

183 Journal quotidien de la *Zapata Ugland*, 14 février 1982

184 Journal de bord de la *Zapata Ugland*, 14-15 février 1982

185 Journal quotidien de la *Zapata Ugland*, 16 février 1982

186 Télex du 15 février 1982 de la Garde côtière canadienne au Centre de coordination du sauvetage (SAREC) au sujet de la radiodiffusion par tous les navires

187 Correspondance entre bureaux datée du 15-19 février 1982 et portant sur l'*Ocean Ranger*; présentée par K.F. Beattie, superviseur de la logistique, Mobil Oil Canada Limited

188 Correspondance de Mobil Oil Canada Limited :

1) à tous les capitaines de navires, de K.F. Beattie, 10 septembre 1982;
2) à tous les capitaines de navires, de K.F. Beattie, 15 février 1983;
3) à Neil Blackburn, de K.F. Beattie, 20 avril 1983;
4) à tous les capitaines de navires, sur les règles relatives à l'indication du positionnement des navires de service de K.F. Beattie, 31 août 1982;
5) aux opérateurs radio de Mobil, sur les mouvements des navires de soutien, de S. Romansky, 20 août 1982.

189 Rapport de mission de recherche et de sauvetage de l'*Ocean Ranger*, 15 février 1982

190 Notes de l'homme de quart du Centre de coordination du sauvetage (SAREC), St. John's, 15 février-1 mars 1982

191 Extrait du «Nato Operations Flight Manual» du 1 avril 1980

192 État de marche des hélicoptères de la 103e Unité de sauvetage exprimé en taux mensuel moyen

193 Lettre datée du 27 juillet 1982 du major K.T. Gathercole, 103e Unité de sauvetage, à Norm Whalen

194 103e Unité de sauvetage — Annexe A — instructions permanentes d'opérations; pièces 1-7 jointes à la lettre du 27 juillet 1982

195 Utilisation des hélicoptères de la 103e Unité de sauvetage de janvier 1977 à mai 1982

196 Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, Rentrée et suspension du puits Hibernia J-34, du 15 juillet 1982

197 Rapport de la Gendarmerie royale du Canada intitulé «Security Systems Section», et portant sur le désastre de l'*Ocean Ranger*, daté du 14 juillet 1982

198 Index des rapports d'autopsie des victimes du désastre de l'*Ocean Ranger* présenté par Dr. Eric Pike, pathologiste légal, General Hospital, Health Sciences Centre

199 Document présenté par Dr. Eric Pike et portant sur les changements survenant dans le corps humain soumis à une chute de température

200 Liste des membres de l'équipage qui ont été récupérés, avec la date, l'heure et le lieu, compilée à partir d'informations de la Gendarmerie royale du Canada

201 Centre de coordination du sauvetage (RCC) Halifax, Journal de l'homme de quart, 15-25 février 1982

202 Rapport spécial de recherche et de sauvetage de l'*Ocean Ranger*, 15 février 1982

203 Ajout au rapport spécial de recherche et de sauvetage

204 «Summary Report of Investigation into circumstances attending the foundering of the Russian Vessel *Mekhanik Tarasov* in the North Atlantic on February 16, 1982», publié par la Garde côtière du Canada, Direction des enquêtes sur les accidents maritimes, juin 1982.

205 Carte de la côte est du Canada avec les coordonnées 65°.45° comme limites de latitude et de longitude et montrant la position des navires au moment de l'intervention à la suite des messages de détresse

206 Zone de recherche (15 février 1982) portée sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

207 Zone de recherche (16 février 1982) portée sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

208 Zone de recherche (17 février 1982) portée sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

209 Zone de recherche (18-19 février 1982) portée sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

210 Zone de recherche (20-21 février 1982) portée sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

211 Identification des articles récupérés, date et position indiquées sur la Carte hydrographique canadienne #8012 par SAREC

212 Huit photographies de la mission de sauvetage du *Mekhanik Tarasov* présentées par B. Leonard, agent de sauvetage à la Garde côtière canadienne

213 «Search and Rescue Order and Procedures» publiés avec l'autorisation du Chef de l'état-major de la Défense, Défense nationale, février 1976 (un exemplaire conservé par le greffier)

214 Lettre datée du 8 mars 1983 du directeur du Comité interministériel de recherche et de sauvetage (CIRS) aux membres du CIRS et ayant pour objet un plan d'intervention en cas de catastrophe maritime

215 Index de rubans magnétiques et magnétoscopiques représentant 32 heures d'enregistrement au cours de la mission de plongée effectuée par Hydrospace Marine Services du 14 juillet au 1 août 1982

216 Liste des sondages des réservoirs de la coque inférieure effectués au cours de la mission de plongée, du 14 juillet au 1 août 1982

217 Registre de plongée de Hydrospace Marine Services tenu par Max Ruelokke, vice-président et directeur général, 14 juillet-1 août 1980

218 Journal des plongeurs d'Hydrospace Marine Services, 14 juillet-1 août 1982

219 Copie du document relatif à l'examen effectué au moyen du sonar à balayage latéral le 8 mars 1982 (figure 4) par McElhanney Surveying and Engineering pour le compte de Mobil Oil Canada Limited

220 Rapports techniques A à G préparés par le Laboratoire des techniques de la sécurité aérienne, Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada et achevés le 8 septembre 1983

Rapport A — EP 266/82 — Analyse des hublots
Rapport B — EP 90/83 — Essais de pression des verres des hublots
Rapport C — EP 265/82 — Analyse des soupapes à commande par solénoïdes
Rapport D — EP 331/83 — Analyse des panneaux schématiques de contrôle des ballasts
Rapport E — EP 332/83 — Analyse des ampoules du panneau de contrôle des ballasts
Rapport F — EP 333/83 — Essais des panneaux de contrôle des ballasts
Rapport G — EP 195/82 — Analyse des circuits électriques de contrôle des ballasts et analyse globale

221 «Analysis of Lifesaving Equipment Performance» (Analyse de la performance de l'équipement de sauvetage), document présenté par R.L. Markle, chef suppléant, Survival Systems Branch, Merchant Vessel Inspections Division, United States Coast Guard, 29 novembre 1982

222 Dispositif de flottaison personnel Billy Pugh — Échantillon du lot 1A récupéré dans la zone de recherche

223 Norme industrielle japonaise — verres trempés pour les hublots des navires, F2410 — 1955, obtenue auprès de l'American Bureau of Shipping

224 Rapport sur l'équipement de sauvetage préparé par Technitrol Canada Limited, 9 septembre 1983

225 Partie du radeau de sauvetage #715 récupéré de l'*Ocean Ranger* présentant des boursouflures

226 Partie du radeau de sauvetage #715 récupéré de l'*Ocean Ranger*, largeur de la soudure

227 Partie du radeau de sauvetage #715 récupéré de l'*Ocean Ranger*, largeur de la soudure

228 Partie du radeau de sauvetage #715 récupéré de l'*Ocean Ranger*, largeur de la soudure

229 Filins de sauvetage de 15 mm de diamètre du radeau de sauvetage récupéré

230 Échantillon de matériel à radeau gonflable montrant la largeur de la soudure

231 Ceinture de sécurité provenant de l'embarcation de sauvetage Harding récupérée

232 Partie de la coque de l'embarcation de sauvetage Harding récupérée

233 Partie de la coque de l'embarcation de sauvetage Watercraft récupérée

234 Morceau de fibre de verre tissée de l'embarcation Harding récupérée

235 Morceau de fibre de verre aggloméré de l'embarcation Watercraft récupérée

236 Index de bandes magnétoscopiques sur les essais relatifs au panneau de contrôle des ballasts effectués par le Laboratoire des techniques de la sécurité aérienne et la Commission royale et index des diapositives fournies par le LTSA.

237A Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador, Petroleum Directorate, Volume 1 de l'investigation technique sur l'accident mettant en cause l'*Ocean Ranger*, avril 1983

237B Gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador, Petroleum Directorate, Volume 2 (appendices) de l'investigation technique sur l'accident mettant en cause l'*Ocean Ranger*, avril 1983

238 Rapport de The Robert Gordon Institute of Technology Offshore Survival Centre, Aberdeen, Écosse

239 Rapport sur l'appui apporté à l'installation offshore par les navires de soutien/de sauvetage présenté par Hamish McDonald, directeur, Maritime Rescue Section de The Robert Gordon Institute of Technology

240 Journal du *MV Seaforth Highlander*, et déposition de M. MacLeod sur l'incident du hublot brisé, 9 février 1980

241 Journal de la salle des machines du *MV Seaforth Highlander*, 14-15 février 1982

242 Notes aide-mémoire présentées par Peter Kapral, contremaître de forage, Mobil Oil Canada Limited, pour le 13 et le 14 février 1982

243 Notes supplémentaires de Peter Kapral, portant la mention «Kapral #2»

244 Curriculum vitae de Brinley Davies, Chef, Division de Communications et informatique, Garde côtière canadienne, Transports Canada

245 Carte illustrant les zones de couverture radio (VHF et MF), côte est du Canada, présentée par Brinley Davies

246 Dessin à main levée du coupleur d'antenne d'émission et de réception, présenté par Brinley Davies

247 Portée comparative du signal d'onde de sol de 2182 kHz en tant que fonction de la puissance de sortie de l'émetteur, présentée par Brinley Davies

248 Carte montrant la position de la *Zapata Ugland*, de la *SEDCO 706* et de l'*Ocean Ranger* par rapport à la péninsule Avalon

249 Carte illustrant la capacité de couverture INMARSAT 800 MHz

250 Rapport intitulé «The Stand-by Boat Service on the Continental Shelf», établi pour le Norwegian Petroleum Directorate, décembre 1982

251 Certificats de formation (2) — Joseph Wayne Berthier, ancien responsable de sécurité, *Ocean Ranger*

252 Extrait de «Industrial Relations Safety Manual» d'Ocean Drilling and Exploration Company

253 «Detail Air Inlet», plan de travail révisé présenté à l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada par Nan Halfweeg, de Wijsmuller Salvage B.V.

254 «Flotation Cylinder», plan de travail révisé présenté à l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada par Nan Halfweeg de Wijsmuller Salvage B.V.

255 «Diary of Events — February 15-24, 1982» (Suite des événements — 15-24 février 1982), par John Greer, Directeur, Emergency Measures, province de Terre-Neuve et du Labrador

256 Rapport d'accident *ODECO Ocean Ranger* du service d'intervention d'urgence de la province de Terre-Neuve, 15 février 1982

257 Ocean Ranger Ballast System Analysis, (Analyse du système des ballasts de l'*Ocean Ranger*), établie pour George A. Frilot III, avocat pour ODECO Drilling of Canada Limited, le 10 février 1984, par Ralph W. Loomis, directeur de Engineering for Domestic Operations

258A *Ocean Ranger* Contract Specifications — Volume 1, daté du 1er novembre 1973

258B *Ocean Ranger* Contract Specifications — Volume 2

259 Dossier du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — Clarence Hauss, capitaine de l'*Ocean Ranger*, 14 février 1982

260 Dossier du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — Karl Nehring, ancien capitaine de l'*Ocean Ranger*

261 Dossier du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — Don Rathbun, opérateur de la salle de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*, 14 février 1982

262 Dossier du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company, — Clifford Himes, opérateur de la salle de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*

263 Dossier du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — Domenic Dyke, opérateur de la salle de contrôle des ballasts, *Ocean Ranger*, 14 février 1982

264 Historique de l'expérience professionnel des membres clés de l'équipage de l'*Ocean Ranger* Donald Rathbun, Domenic Dyke, Thomas Donlon, Benjamin Thompson, Clarence Hauss, Paul Bursey et George Gandy, Ocean Drilling and Exploration Company

265 Extrait de dossiers du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — données personnelles sur les membres clés du personnel affecté au forage, Donald Leger et Jimmy Counts

266 Extrait de dossiers du personnel d'Ocean Drilling and Exploration Company — données personnelles sur des membres de l'équipage marin, Bruce Porter, Geoffrey Dilks, Ronald Hoar, Clifford Himes, Karl Nehring and Frank Jennings

267 Dessin N° 464-00988 de Layne & Bowler Pump Co. — pompes de ballast de l'*Ocean Ranger*

268 Lettre datée du 22 octobre 1982 de l'Ocean Drilling and Exploration Company au Lieutenant-commander Richard Ford, United States Coast Guard, sur les fonctions du personnel de sécurité de la plate-forme

269 Lettre datée du 1 mars 1983 de John T. Ward, avocat, Ober, Grimes & Shriver, à David Orsborn, avocat-conseil adjoint de la Commission; objet : succession de Clarence E. Hauss, capitaine, *Ocean Ranger*

270 Déclaration d'ODECO Drilling of Canada à la Cour fédérale du Canada, dossier #T-436-83, produite le 11 février 1983

271 «*Ocean Ranger* Chain Locker Flooding in Severe Waves», rapport établi par Young S. Hong et Alvin Gersten de The David W. Taylor Naval Ship Research & Development Centre, janvier 1983, pour le compte de la United States Coast Guard

272 «*Ocean Ranger* Ballast Pump Analysis», établie par Edmund J. Jarski, de The David W. Taylor Naval Ship Research & Development Centre pour le compte de la United States Coast Guard

273 «United States Coast Guard Marine Casualty Report into the Capsizing and Sinking of the Mobile Offshore Drilling Unit (MODU) *Ocean Ranger* on February 15, 1982», rapport N° 001 HQS 82, 20 mai 1983

274 Commande d'achat #2962-28-20777 d'ODECO à Pump Systems et portant sur des parties de pompe pour l'*Ocean Ranger*; datée du 29 janvier 1974

275 Commande d'achat N° 4198-28-21477 d'ODECO au Byron Jackson, Pump Division, et portant sur des parties de pompe pour l'*Ocean Ranger*; datée du 3 avril 1974

276 Extrait de "Indianapolis Parts List", soupape à commande par solénoïdes et dispositifs manuels, disponibles en 1974

277 Lettre inter-bureaux de l'Ocean Drilling and Exploration Company, du département de formation à Tucker H. Couvillon, 20 février 1984

278 Calculs des vagues, par Dr. Terry Petty, président d'ODECO Engineers Inc.

279 «Rapport technique H — EP 72/84 — Démonstration des défaillances des interrupteurs des pompes», établi par le Laboratoire des techiques de la sécurité aérienne, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada, 1 mars 1984

280 «Rapport technique I — EP 73/84 — Analyse des défaillances des micro-contacts», établi par le Laboratoire des techiques de la sécurité aérienne, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada, 1 mars 1984

RAPORTS TECHNIQUES SUR LA PERTE DE L'INSTALLATION MOBILE DE FORAGE OFFSHORE «OCEAN RANGER», ÉTABLIS PAR BURNESS, CORLETT & PARTNERS LIMITED, RAMSEY, ILE DE MAN, ROYAUME-UNI, POUR LE COMPTE DE LA COMMISSION ROYALE — PIÈCES N° 281-285:

281 Rapport N° 1 — «Diving Operations during July/August 1982 and comments derived from Mobil RCV Survey Tapes — March 1982», daté d'octobre 1983

282 Rapport N° 2 — «Hydrostatics and Statical Stability including Loading Conditions Pre and Post Postulated Valve/Ballast Tank Runaway», daté de septembre 1983

282A Modificatif à la section 5 du rapport N° 2 de Burness, Corlett & Partners

283 Rapport N° 3 — «Technical Appraisal of Some Features Including Ballast System and Its Control», daté d'octobre 1983

283.1 Partie remplaçant la section 5 et l'appendice 5 du rapport N° 3, «Final Calculations on the Ballast Pumping System Capability of the *Ocean Ranger*»

284A Rapport N° 4 — Volume 1 — «Model Test Programmes at National Research Council Laboratories, Ottawa and Norwegian Hydrodynamic Laboratories, Trondheim», daté de décembre 1983

284B Rapport N° 4 — Volume 2 — Appendices, daté de décembre 1983

285 Rapport N° 5 — «Analysis of Events: Cessation of Drilling Operations to Capsize February 14th-15th 1982», daté de janvier 1984

RAPPORTS D'ESSAIS SUR MODÈLE DE L'*OCEAN RANGER* EFFECTUÉS PAR NORWEGIAN HYDRODYNAMIC LABORATORIES, TRONDHEIM, NORVÈGE, POUR LE COMPTE DE LA COMMISSION ROYALE — PIÈCES N° 286-291:

286 Rapport N° 1 «Test Set-Up», daté de septembre 1983

287 Rapport N° 2 «Calibration Results», daté de septembre 1983

288 Rapport N° 3 «Test Results» — Volume 1, daté de septembre 1983

289 Rapport N° 3 «Test Results» — Volume 2, daté de septembre 1983

290 Rapport N° 4 «Main Report», daté de septembre 1983

291 Enregistrements magnétoscopiques datés de septembre 1983

RAPPORTS D'ESSAIS SUR MODÈLE DE L'*OCEAN RANGER* EFFECTUÉS PAR LE CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA, OTTAWA, CANADA, POUR LE COMPTE DE LA COMMISSION ROYALE : PIÈCES N° 292-297

292 LTR-SH-355 — «The *Ocean Ranger* Project — The Design of the Hydrodynamic Model», établi par l'Institut de recherche maritime et sur les navires arctiques du Conseil national de recherches, daté de juillet 1983

293 LTR-LA-264 — «Wind Forces on the *Ocean Ranger* Offshore Drilling Platform», établi par l'Etablissement aéronautique national du Conseil national de recherches, daté du 31 octobre 1983

294 CTR-HY-001 — «An Hydrodynamic Model Study of the Mobile Offshore Drilling Unit *Ocean Ranger*» — Volume I, établi par la Division de génie mécanique du Conseil national de recherches, daté de février 1984

295 CTR-HY-001 — Volume II — Appendices A & B — «An Hydrodynamic Model Study of the Mobile Offshore Drilling Unit *Ocean Ranger*»

296 CTR-HY-001 — Volume III — Appendix B (Cont'd) — «An Hydrodynamic Model Study of the Mobile Offshore Drilling Unit *Ocean Ranger*»

297 CTR-HY-001 — Volume IV — Appendix B (Cont'd) — «An Hydrodynamic Model Study of the Mobile Offshore Drilling Unit *Ocean Ranger*»

298 «Report on Ballast Control System Failure on the *Diamond M. Epoch* Semi-Submersible Drilling Rig», 19 mars 1983

299 Liste de vérification pour l'inspection des installations de forage, Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada

300 «Fairleads With/Without Cables» — renvois magnétoscopiques découlant des plongées de récupération de Mobil Oil of Canada Limited, de la Commission royale et de Wijsmuller Salvage, préparés par Dr. Ewan Christian Brew Corlett

301 Enoncé de qualifications, Ewan Christian Brew Corlett, président et directeur général délégué de Burness, Corlett & Partners Limited

302 Errata relatif au rapport N° 2 (pièce N° 282) de Burness, Corlett & Partners

303 Errata relatif au rapport N° 1 (pièce N° 281) de Burness, Corlett & Partners

304 «BS MA 24 : British Standard Marine Series Specifications for Ships' Side Scuttles», datées d'octobre 1974

305 «Data Analysis from Current Meter Moorings at *SEDCO 706*, *Ocean Ranger*, and *Zapata Ugland* on the Grand Banks». Rapport N° 17 établi par MacLaren Plansearch pour Mobil Oil Canada Limited, mars 1982

306 Entente de consultation entre Mobil Oil Canada Limited et NORDCO Limited entrée en vigueur le 1 janvier 1982

307 Entente de consultation entre Mobil Oil Canada Limited et Fenco Newfoundland Limited entrée en vigueur le 1 janvier 1982

308 Entente entre Mobil Oil Canada Limited et Hydrospace Marine Services Limited entrée en vigueur le 8 avril 1981

309 Entente entre Mobil Oil Canada Limited et Porta Test Systems Limited entrée en vigueur le 1 novembre 1981

310 Entente entre Mobil Oil Canada Limited et Easteel Industries Limited entrée en vigueur le 13 août 1981

311 Entente entre Mobil Oil Canada Limited et Schlumberger Canada Limited, The Analysts of Canada Division entrée en vigueur le 1 novembre 1980

312 Entente entre Mobil Oil Canada Limited et Schlumberger Canada Limited, Wire Line Logging Operations entrée en vigueur le 1 novembre 1980

313 Recherche et Sauvetage *Ocean Ranger* — transcription des communications en phonie du Centre de coordination du sauvetage (RCC) de Halifax le 15 février 1982, 050209Z – 180138Z (01 h 32, 09 – 14 h 31, 38 HTN)

314 Rapport de la Direction de la sécurité des navires de Transports Canada sur les «Normes provisoires relatives aux installations mobiles de forage offshore», 1984

315 Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, «News Release, Revised Safety Guidelines issued for East Coast Drilling», 8 décembre 1983

316 «Memorandum of Understanding Between the Canadian Coast Guard and Canada Oil and Gas Lands Administration regarding the Provision of Marine Services to the Offshore Areas of Petroleum Development», 22 juillet 1982

317 Lettre datée du 25 mai 1983 de Paul M. Tellier, d'Énergie, Mines et Ressources, à M. Arthur Kroeger, Sous-ministre, Transports Canada

318 «Memorandum of Understanding concerning the Establishment of Canada Oil & Gas Lands Administration between the Ministers of Energy, Mines and Resources and of Indian and Northern Affairs»

319 Télex daté du 14 février 1984 de E.H. Dudgeon, du Conseil national de recherches, à E.C.B. Corlett et portant sur les essais relatifs à l'assiette

320 Avant-propos de la norme internationale ISO 1751

321 Lettre datée du 21 septembre 1983 de F. Mumcuoglu, de Mobil Oil Canada Limited, à M. A. Halcrow, de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada et portant sur l'approbation du programme de rentrée et d'essais, Mobil et al, Hibernia J-34

Résumé Statistiques jusqu'au 22 mars 1984

- Nombre de jours d'audition : 89
- Nombre de témoins qui ont comparu : 102
- Pages de transcriptions : 14,281
- Nombre de pièces admises : 321

APPENDICE A-10
Avis: invitation de contribution

Royal Commission on the *Ocean Ranger* Marine Disaster
Canada

Commission Royale sur le Désastre Marin de l'*Ocean Ranger*
Newfoundland Terre Neuve

AVIS

La première partie du mandat de la Commission prévoit que celle-ci doit faire enquête sur le naufrage de l'Ocean Ranger. Les preuves de nature technique recueillies pendant l'enquête seront déposées au cours de la dernière série des audiences publiques, lesquelles reprendront à l'automne.

Selon la deuxième partie de son mandat, la Commission doit mener une enquête sur les pratiques et les procédures relatives au milieu marin et aux travaux de forage au large de la côte est du Canada. Cette enquête, qui sera menée parallèlement à celle susmentionnée, utilisera principalement trois sources d'information: les dépositions concernant le naufrage de l'Ocean Ranger, les résultats des études entreprises pour la Commission, ainsi que les mémoires et documents que celle-ci aura reçus.

La Commission s'est fixé pour objectif de déterminer des moyens pratiques d'accroître la sécurité des employés travaillant sur les plates-formes de forage au large de la côte est du Canada. Les études réalisées à cette fin touchent principalement les questions suivantes:

- le milieu — évaluation des critères relatifs à la conception et à la mise en application des modes d'exploitation compte tenu du milieu physique;
- le matériel — conception, construction, classification, approbation et équipement des unités de forage utilisées au large des côtes;
- la sécurité — tout ce qui concerne la sécurité des travailleurs en mer (sauvetage, hygiène, accréditation et formation des travailleurs et des membres de l'équipage);
- la réglementation — règles et directives régissant les travaux de forage, et leur pertinence en ce qui à trait a la sécurité du personnel.

La Commission invite les personnes et les organismes bien informés qui voudraient contribuer à ses travaux à lui adresser leurs mémoires d'ici le 31 decembre 1983, à l'adresse suivante:

David M. Grenville
Secrétaire de la Commission
Commission royale sur le désastre marin de l'Ocean Ranger
C.P. 2400
Saint-Jean (Terre-Neuve)
A1C 6G3

Toute précision concernant la présentation et le contenu des mémoires pourra être fournie par M. Grenville.

La date et le lieu pour la tenue des audiences publiques prévues dans la deuxième partie seront annoncés.

APPENDICE A-11
Personnel de la Commission royale

SECRÉTAIRE DE LA COMMISSION:	David M. Grenville, M.A., M.B.A.
Secrétaire	Dianne S. LeDrew
Secrétaires des Commissaires	Diane M. Rayner Agnes M. Collins
AVOCAT-CONSEIL:	Leonard A. Martin, Q.C.
Avocat-conseil adjoint	David B. Orsborn, B.Comm., C.A., LL.B
Assistant légal	Noel Daley, B.A., LL.B.
Chercheur technique	Scott Strong
Secrétaire	Judith M. Power
RÉDACTEUR EN CHEF ET RELATIONS PUBLIQUES:	Robert N. Carter, B.A., M.B.A.
Rédaction (version anglaise)	Eugene Kennedy, B.A., M.A.
DIRECTEUR DES ÉTUDES:	Bevin R. LeDrew, B.Sc., M. Sc.
Coordonnateurs des études	Stephe E. Cooper, B.Eng., P.Eng. Robert G. Dyck, B.Sc.M.E., P. Eng. Theresa M. Rahal, B.Comm., M.B.A.
Secrétaires	Judith M. Rowe Judith Parsons
DIRECTRICE DU CENTRE D'INFORMATIONS:	Heddy M. Peddle, B.A. (Ed.)
Assistantes	Brenda M. Collins, B.A., B.B.A. Corinne F. Hynes
DIRECTEUR, ADMINISTRATION ET FINANCES:	Neil C. Penney, B.Comm.
Assistants	Natalie Frampton Geraldine M. Jeddore Anthony J. Power
Traitement de texte	Jill E. Diamond Joan M. Ghaney
COORDONNATRICE DE LA RÉDACTION FRANÇAISE:	Barbara Russell, B.A., M.A., Phd.
Coordonnatrice adjointe	Brenda M. Collins, B.A., B.B.A.
Rédaction (version française)	Marie-Anne Stamp, B.A.
COORDONNATEUR DE LA PRODUCTION:	Dougal Dunbar
Assistants à la production	Theresa Richard, B.A. Ray Penton, Jr.

HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE APPENDICE B

APPENDICE B

HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE

1. UN BREF HISTORIQUE DU FORAGE OFFSHORE 221
2. LE SYSTÈME INDUSTRIEL DU FORAGE OFFSHORE 225

APPENDICE B-1
Un bref historique du forage offshore

L'industrie pétrolière, telle qu'elle existe aujourd'hui, est souvent présentée comme un géant monolithique influant sur chaque aspect du système économique global. Bien que l'industrie pétrolière ait élargi sa base d'activité de manière à englober la fabrication et la distribution de produits industriels et de consommation, la source principale de ses matières premières est constituée par l'exploration et l'exploitation des réserves de pétrole et de gaz, tant à terre qu'en mer. L'industrie pétrolière a vu le jour au XIX[e] siècle avec la découverte d'importants gisements d'hydrocarbures, surtout en Amérique du Nord. La montée du besoin économique de pétrole et les réserves facilement accessibles ont procuré aux pionniers de l'industrie le stimulus dont ils avaient besoin pour localiser et exploiter les ressources pétrolières et pour mettre au point une technologie de forage de plus en plus efficace. Vers 1900, les mêmes motivations ont favorisé l'élargissement du forage d'exploration aux ressources sous-marines et, dès le début des années 1950, l'exploration et la production offshore constituaient une industrie en soi, avec ses spécialistes, ses sociétés de services et un équipement permettant de faire face aux problèmes particuliers que pose le forage en mer. Le perfectionnement de la technologie de l'offshore, aujourd'hui sophistiquée, s'est fait graduellement au cours des quatre-vingts dernières années.

La première entreprise de forage en mer que l'histoire ait retenue a eu lieu à la fin du XIX[e] siècle près de Santa Barbara, en Californie, où l'on connaissait depuis longtemps la présence d'hydrocarbures. Dans les années 1860, du bitume naturel était extrait des plages et les prospecteurs ont éventuellement constaté que les formations pétrolifères s'étendaient dans l'océan. En 1897, les premiers puits d'exploration «en mer» étaient forés à partir de plates-formes de bois rattachées au rivage; vers 1900, les plages de la région de Summerland, en Californie, présentaient des amas de quais, dont certains atteignaient 1 200 pieds de longueur, à partir desquels on réussissait à forer des puits d'exploration.

Des indices de pétrole et de gaz semblables à ceux que l'on pouvait observer sur la côte californienne étaient aussi présents en nombre dans la région du lac Caddo, dans le Nord-Est du Texas et le Nord-Ouest de la Louisiane; c'est dans cette région qu'en 1870 un puits devant permettre de localiser de l'eau a révélé la présence de gaz naturel. Cette découverte fortuite a donné lieu à de nombreux problèmes techniques au niveau du contrôle du puits. Les premiers puits de gaz entraient souvent en éruption et il est arrivé que des puits non contrôlés brûlent durant des années. Comme suite à ce qui s'était produit au lac Caddo, le gouvernement a adopté une réglementation régissant le contrôle des puits et limité, au moyen de ventes de concessions, la mise en valeur des terres entourant le lac et de celles qui se trouvaient sous la surface de ce dernier. Pour les opérations de forage sur l'eau, on transportait le matériel par chaland jusqu'au lieu de forage, où l'on construisait une plate-forme et un parc à tiges semblable à ceux qui étaient utilisés pour les opérations terrestres. On plantait des pilotis qui constituaient une base fixe pour l'équipement de forage. En 1911, la Gulf Oil Limited a été la première à produire du pétrole extrait du fond d'un lac par le moyen de ce type de forage. Le modèle de plate-forme et les techniques de production lancés par la Gulf au lac Caddo ont fini par constituer une norme acceptable au sein de l'industrie et ont été utilisés pour exploiter le pétrole du lac Maracaïbo, au Venezuela, au début des années 1920. Les fondations des tours de forage, d'abord faites en bois, ont plus tard été construites en béton et, dans les années 1930, l'emploi des tours d'acier s'est généralisé.

L'exploration géophysique et sismique le long des côtes du Texas et de la Louisiane a permis de relever de nombreuses formations prometteuses, mais les baies ouvertes, les lacs et les marais de la région posaient des problèmes particuliers qui devaient être abordés de façon entièrement différente. Comme le sous-sol de la côte du Golfe était vaseux, la Texaco Inc. a commandé la construction d'une barge submersible surmontée d'une tour et comprenant l'équipement de forage pour l'exploration des voies d'eau et des lacs de l'intérieur des terres. La barge était acheminée au lieu de forage en surface, puis immergée de manière à reposer sur le fond peu profond qui procurait un appui solide pour les besoins du forage. Cette technique novatrice supprimait les coûts de construction des plate-formes fixes, puisque la barge pouvait être remise à flot et acheminée vers un autre lieu une fois le forage achevé. La première barge submersible comportait deux coques, chacune dotée de plusieurs compartiments étanches, et devait être utilisée dans des eaux d'une profondeur de dix pieds. Un distributeur muni de robinets réglait le débit de l'eau au cours de l'immersion. Une superstructure en acier soutenait la tour de forage, la machinerie, les parcs à tiges et les accessoires comme les bacs et les pompes à boue. Les barges submersibles constituaient une efficace et économique souplesse pour explorer les voies d'eau de l'intérieur.

Dans les années 1930, l'exploration offshore se limitait toujours au forage à partir de plates-formes fixes, alors que l'exploration dans le golfe du Mexique continuait à se développer. En 1947, la Kerr McGee Oil Industries inaugurait un nouveau modèle de plate-forme, beaucoup plus petite que celles qui avaient été utilisées jusque-là dans le golfe du Mexique. La tour et la machinerie de forage de base reposaient sur une petite plate-forme fixe, alors que les accessoires, l'approvisionnement et les locaux de l'équipage étant relégués sur une annexe flottante. Comme la plate-forme et l'annexe se trouvaient à 10,5 milles au large, elles devaient supporter les assauts du vent et des vagues. Ce modèle s'est révélé passablement efficace, mais le système d'amarrage de l'annexe n'arrivait pas toujours à maintenir cette dernière en place par mauvais temps.

L'industrie pétrolière a accueilli favorablement le modèle innovateur de la Kerr McGee, modèle qui devait plus tard inspirer la conception des structures flottantes de l'ensemble de l'industrie du forage. En 1948, John Hayward mettait au point une plate-forme de forage combinant barge submersible et emploi de piles comme point d'appui. La coque était acheminée en surface vers le lieu de forage, puis elle était immergée de manière à reposer sur le fond, ce qui procurait à la plate-forme le soutien, le franc-bord et la stabilité nécessaires. Le modèle de Hayward comportait deux flotteurs qui pouvaient être lestés et délestés indépendamment. Dès 1949, la première plate-forme mobile de forage était lancée; elle a été exploitée en plusieurs emplacements, dans des eaux d'une profondeur de 18 pieds. En 1954, l'Ocean Drilling and Exploration Company (ODECO) a construit une barge flottante inspirée du modèle de Hayward, qui devait être utilisée dans des eaux dont la profondeur pouvait atteindre 40 pieds. Les opérateurs ont commencé à commander des modèles semblables qui pouvaient fonctionner dans des eaux plus profondes et auxquels on ajoutait, à chaque angle de la plate-forme, des colonnes verticales capables de flotter, pour obtenir une meilleure performance.

Alors que l'activité de forage dans le golfe du Mexique s'intensifiait, d'autres régions des États-Unis, et surtout la côte de la Californie, ont commencé à s'intéresser au forage d'exploration. Là, la pression populaire a découragé l'emploi de plates-formes fixes et l'industrie s'est vue forcée d'envisager des modèles de rechange. Cette démarche a donné lieu, en 1953, à un programme expérimental au cours duquel on a utilisé un navire de guerre modifié qui devait servir de base flottante à un dispositif de forage. Une plate-forme de forage en porte-à-faux était disposée sur le navire, en son milieu; l'expérience a permis aux concepteurs d'identifier les améliorations qui pourraient être apportées à l'équipe-

ment et au dispositif, notamment au niveau de la compensation du mouvement vertical du navire (houle) et de son incidence sur l'activité de forage.

En 1956, le premier navire de forage conçu spécialement à cette fin était achevé. La plate-forme et la tour de forage étaient situées au milieu du navire, au-dessus d'une ouverture de la coque appelée «puits central». Les caractéristiques de mouvement du navire de forage ont été passablement améliorées et, avec l'augmentation du nombre des navires de cette conception, les systèmes industriels et marins se sont améliorés rapidement. On a mis au point un joint coulissant destiné à compenser le mouvement du navire; on a conçu des dispositifs d'amarrage améliorés ainsi qu'un dispositif sous-marin destiné à positionner la tête de puits sur le fond marin. La mise au point du joint coulissant et du compensateur de houle ont permis la poursuite des activités de forage par mer agitée et la suspension de ces activités durant les tempêtes.

L'industrie a continué à concevoir et à améliorer des installations de forage qui étaient stables, mobiles et économiques. La recherche a abouti à la mise au point d'unités de forage flottantes véritablement mobiles (auto-propulsées) et, tout au long des années 1960, la flottille de forage s'est accrue en taille et en variété. Quatre types fondamentaux d'installations de forage mobiles ont été mis au point à partir des modèles novateurs mis à l'essai dans les années 1940 et 1950. Deux d'entre eux reposent sur le fond : les plates-formes submersibles et les plates-formes auto-élévatrices. Les deux autres flottent librement : les navires de forage et les installations semi-submersibles.

Les installations submersibles sont habituellement dotées d'une coque supérieure, pour l'équipement de forage et les locaux réservés à l'équipage, d'une coque inférieure servant de flotteur au cours du transit et d'un support de fond servant durant l'activité de forage. L'installation est remorquée au lieu de forage, où les coques inférieures sont soumises à l'inondation jusqu'à ce qu'elles reposent sur le fond marin. Lorsqu'elle est dans cette position, l'installation submersible constitue une plate-forme de forage relativement stable. Une fois le forage achevé, l'eau de ballast est expulsée des coques au moyen de pompes; l'installation revient à flot. Comme ce type d'installation est conçu pour reposer sur le fond marin, il ne peut être utilisé que dans des eaux dont la profondeur atteint 150 pieds au plus. Comme il est de plus en plus nécessaire d'explorer des eaux plus profondes, le type submersible n'a connu qu'une croissance limitée depuis les années 1960.

L'installation «auto-élévatrice» est le type de plate-forme le plus communément utilisé aujourd'hui dans l'industrie du forage offshore. Le modèle de base a fait son apparition dans les années 1950. L'installation auto-élévatrice comporte une coque munie d'un certain nombre de jambes rétractables. La plate-forme peut être amenée au lieu de forage par remorquage ou par auto-propulsion, les jambes ramenées au-dessus du pont. Quand la plate-forme est arrivée à destination, les jambes sont abaissées jusqu'à ce qu'elles entrent en contact avec le fond marin. Le pont, soutenu par les jambes qui prennent appui sur le fond, est élevé au-dessus de l'eau jusqu'à ce qu'il se crée un intervalle d'air suffisant pour que les activités de forage puissent se dérouler sans être perturbées par le mouvement des vagues.

Stables lorsqu'elles jouent leur rôle de plates-formes de forage, les installations auto-élévatrices sont par contre extrêmement instables durant le remorquage et l'élévation, alors elles ne peuvent être mises en exploitation que dans des endroits où le fond marin présente un appui solide pour les jambes. Comme l'installation submersible, l'installation auto-élévatrice ne peut fonctionner que dans des eaux d'une certaine profondeur. Les modèles actuels peuvent évoluer dans des eaux dont la profondeur est de l'ordre de 350 pieds.

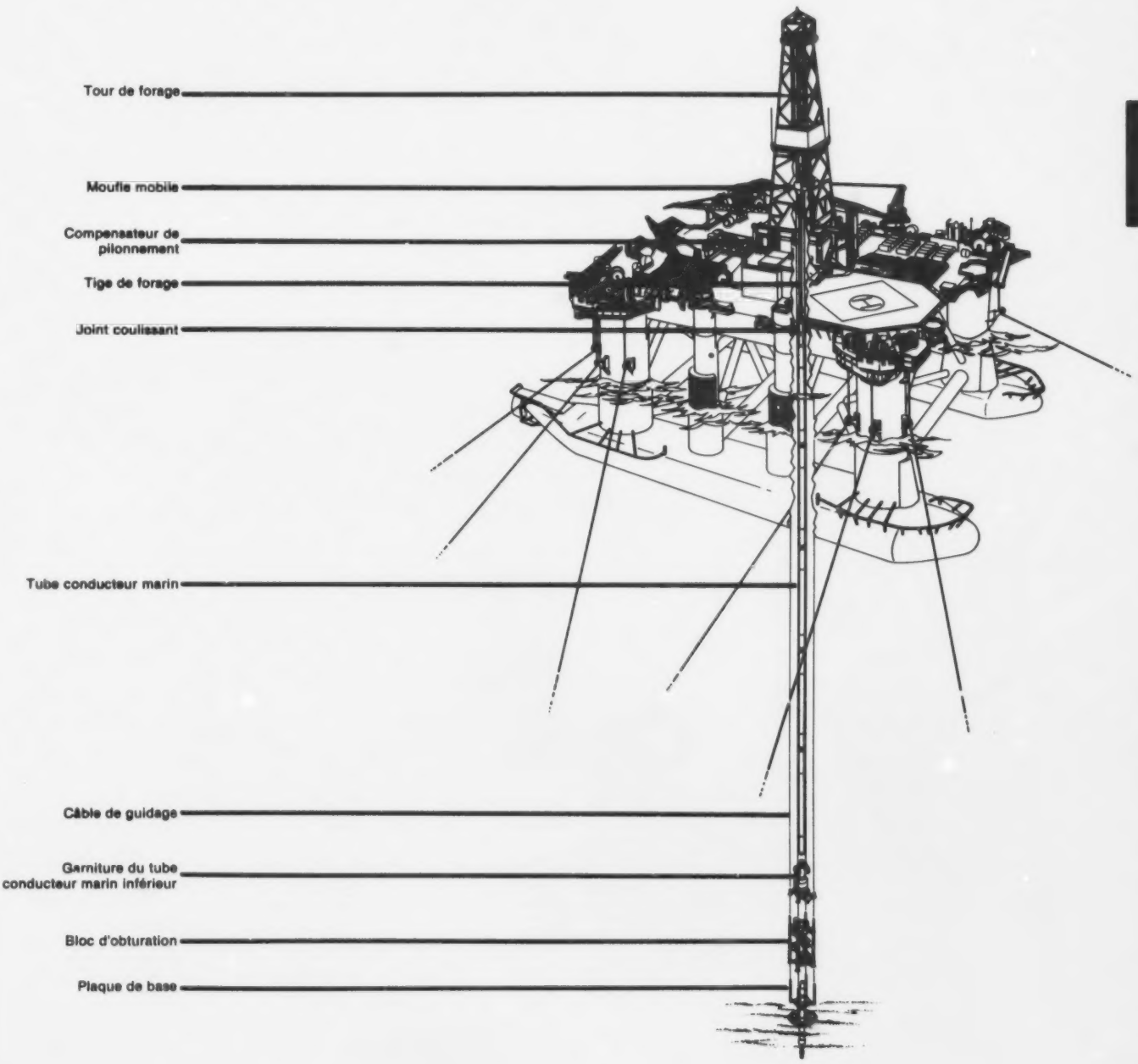
Les navires de forage ont été davantage remarqués à la suite du succès des programmes expérimentaux, en Californie, à la fin des années 1950. Cette installation en forme de navire est dotée d'une importante capacité de charge en pontée et nécessite de ce fait des réapprovisionnements moins fréquents. Sa capacité de propulsion autonome et sa tenue de mer supérieure permettent au navire de forage de fonctionner en eau profonde, au moyen de systèmes d'amarrage conventionnels ou de positionnement dynamique. Toutefois, en raison de la forme de la coque et de sa vaste superficie, le navire de forage tend à réagir médiocrement au mouvement et notamment à la houle. Comme l'efficacité de tout programme de forage dépend de la stabilité de la plate-forme, l'emploi des navires de forage tend à être restreint aux régions où les vagues sont peu élevées et les vents faibles. Au Canada, les navires de forage sont utilisés de façon saisonnière dans les mers de Beaufort et du Labrador.

L'installation semi-submersible dérive de l'installation submersible. Elle a fait son apparition au début des années 1960. On a constaté que l'installation submersible présentait une stabilité satisfaisante à toutes les étapes des opérations de ballastage et que, en modifiant quelque peu la structure, il serait possible de mettre au point une installation de forage qui serait partiellement immergée et dont la plate-forme flottante aurait une bonne stabilité. Comme l'industrie commençait à explorer des eaux plus profondes et des milieux physiques plus rigoureux, le recours à des installations semi-submersibles devenait de plus en plus nécessaire. La structure de l'installation semi-submersible comprend un pont soutenu par un certain nombre de colonnes verticales, des entretoises et des flotteurs capables de faire flotter toute la structure. Cet arrangement confère une grande stabilité à l'installation et réduit l'effet du mouvement des vagues du fait qu'une bonne partie se trouve au-dessous de la surface de la mer pendant les opérations de forage. Les pontons de l'installation semi-submersible sont conçus pour l'emmagasinage de liquides en vrac : mazout, eau de forage et eau de mer pour le ballastage. Quand l'installation passe en mode de forage, elle s'immerge en laissant pénétrer de l'eau de mer dans ses réservoirs de ballast. Pendant le forage, la charge de pont varie constamment à mesure que l'on utilise les fournitures, et l'installation laisse pénétrer de l'eau ou en expulse par pompage pour maintenir son tirant, sa gîte et sa stabilité.

Depuis son apparition au début des années 1960, le modèle même de l'installation semi-submersible a connu diverses transformations. Les premiers modèles étaient dans nombre de cas conçus de manière à flotter librement ou à reposer sur le fond (ils étaient donc semi-submersibles ou submersibles) pendant qu'ils étaient en activité; le plancher et la tour de forage étaient situés au bord de la structure du pont ou la surplombaient. Le modèle *Sedco 135* ou «Pointe de flèche» constitue un exemple typique des installations semi-submersibles de la première génération.

Dans les années 1970, on a commencé à incorporer les améliorations découlant des expériences antérieures dans le golfe du Mexique et dans la mer du Nord. On a donné à la structure du pont une forme rectangulaire pour en augmenter la capacité de charge et on a placé le plancher de forage près du centre de flottaison, de sorte que les effets du mouvement se trouvaient réduits. Des améliorations ont aussi été apportées aux systèmes d'amarrage et plusieurs installations ont été munies de systèmes de positionnement partiellement ou totalement dynamique.

Les installations semi-submersibles des années 1980 comportent encore plus d'éléments de structure normalisés qui réduisent les coûts de construction; toutefois, les principes fondamentaux de stabilité, de mobilité et de caractéristiques de mouvement réduites, sur lesquels reposait la conception des installations semi-submersibles de la première génération, s'appliquent toujours.


Tour de forage
Moufle mobile
Compensateur de pilonnement
Tige de forage
Joint coulissant
Tube conducteur marin
Câble de guidage
Garniture du tube conducteur marin inférieur
Bloc d'obturation
Plaque de base

Grâce à l'évolution des unités mobiles de forage offshore, il a été possible de faire de l'exploration au large de la côte est du Canada en employant des navires de forage, des installations auto-élévatrices et plus particulièrement des installations semi-submersibles. L'exploration pétrolière et gazière sur le plateau continental du Canada a commencé en 1960, lorsque des études géophysiques et sismiques ont été entreprises en vue de localiser des réserves potentielles d'hydrocarbures. Le premier puits d'exploration a été le Pan Am Tors Cove, foré sur les Grands bancs en 1966.

La cadence de l'exploration s'est maintenue avec l'entrée en scène des grandes sociétés pétrolières (opérateurs), comme AMOCO, British Petroleum, Texaco, Esso et Mobil, qui ont procédé à des forages d'exploration sur les Grands bancs, sur le plateau continental de la Nouvelle-Écosse et dans la mer du Labrador. En 1979, un consortium composé des sociétés Gulf Canada Ltd., Mobil Oil of Canada Ltd., Chevron Canada Ltd. et Columbia Oil and Gas, qui s'était vu délivrer des permis d'exploration par le gouvernement fédéral et par le gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador, a annoncé une importante découverte de pétrole; il s'agissait du champ pétrolière Hibernia, lequel, estime-t-on, contiendrait 1,8 milliard de barils de pétrole et serait ainsi le plus important du Canada.

Pour déterminer la taille exacte du réservoir du champ Hibernia, le consortium a mis au point un vaste programme de forage d'exploration. Comme Mobil Oil of Canada Ltd. (Mobil), filiale de Mobil Corporation, possédait une énorme expérience du forage offshore, expérience qu'elle avait acquise dans la mer du Nord, ses partenaires l'ont nommée «opérateur». Pour les besoins de son programme d'exploration, Mobil a ouvert un bureau et aménagé des installations à terre à St. John's, Terre-Neuve, ville importante la plus proche des Grands bancs.

En sa qualité d'opérateur, Mobil devait disposer de plusieurs installations de forage semi-submersibles; aussi a-t-elle fait appel aux services de gros entrepreneurs en forage. En février 1980, Mobil a négocié avec l'Ocean Drilling and Exploration Company Ltd. (ODECO) un contrat portant sur l'utilisation des services de l'*Ocean Ranger*.

APPENDICE B-2
Le système industriel du forage offshore

L'équipement de base pour le forage des puits de pétrole et la disposition du système industriel sont essentiellement les mêmes pour les opérations de forage en mer et sur terre. Une installation de forage rotary comprend quatre systèmes principaux : le système d'alimentation, le système de levage, le système de rotation et le système de circulation.

LE SYSTÈME D'ALIMENTATION

La plupart des systèmes d'alimentation des plate-formes de forage utilisent l'énergie diesel-électrique. Un groupe de moteurs diesel entraînent des génératrices qui produisent l'électricité que requièrent les moteurs d'entraînement de la plate-forme.

LE SYSTÈME DE LEVAGE

Le système de levage d'une plate-forme supporte la colonne de forage et l'abaisse dans le puits ou la remonte. Il sert aussi à descendre le tubage dans le puits et à descendre ou monter la tête de puits et d'autre matériel. Ce système comprend le treuil de forage, le derrick ou tour de forage, le moufle fixe, le moufle mobile et le câble métallique.

Le *treuil de forage* est constitué d'un grand tambour tournant autour duquel le câble s'enroule. Il contient un mécanisme d'entraînement principal et un système de freinage qui permettent de faire tourner le tambour dans un sens ou dans l'autre à différentes vitesses, et de contrôler les lourdes charges attachées au système de levage.

Le *câble métallique*, enroulé sur le treuil, va jusqu'au sommet de la *tour*, où il passe dans un volumineux système de poulies multiples appelé *moufle fixe*. Il redescend ensuite jusqu'au bas de la tour, passe dans une autre série de poulies désignée *moufle mobile*, remonte par-dessus le moufle fixe, redescend encore vers le moufle mobile et ainsi de suite, selon la longueur de câble que l'on doit passer dans les moufles. Le train de tiges (tige de forage, masse-tige et trépan), ou tout équipement qui doit être monté ou descendu est attaché au moufle mobile.

SYSTÈME DE ROTATION

Le système de rotation sert à faire tourner le trépan dans le puits. Il comprend la tête d'injection, la tige carrée et le carré d'entraînement, la table de rotation et la colonne de forage.

La *tête d'injection*, fixée au crochet solidaire du moufle mobile, sert de support à la *colonne de forage*. Tout en lui permettant de tourner librement, la tête d'injection sert aussi de dispositif d'injection de la boue de forage pompée vers le bas dans la colonne de forage.

Une tige d'entraînement carrée ou hexagonale appelée *tige carrée* d'entraînement est fixée juste sous la tête d'injection. La tige carrée est couplée dans l'ouverture correspondante carrée ou hexagonale d'un *carré d'entraînement* qui s'engage à son tour dans la *table de rotation*. La tige de forage est fixée à la tige carrée d'entraînement et s'y maintient.

Le mouvement rotatif requis pour faire tourner le train de tiges et le trépan est transmis de la table de rotation au carré d'entraînement, puis par la tige carrée d'entraînement au train de tiges.

SYSTÈME DE CIRCULATION

Le fluide de forage ou *boue de forage*, principal élément du système de circulation, est utilisé pour enlever et remonter en surface les débris de roche laissés à la base du puits par le trépan et pour contrer les pressions souterraines qu'il rencontre en pénétrant dans la formation géologique. Le fluide de forage est un mélange d'eau douce, d'argile, de produits chimiques et de matériaux d'alourdissement, transféré sous pression des bacs à boue à un tuyau flexible appelé *tuyau de tige carrée* relié à la tête d'injection. Le fluide est pompé par cette dernière dans la tige carrée et la tige de forage, et sort au fond du puits par le trépan. Étant donné que ce fluide est sous pression, il remonte à la surface du puits le long de la paroi externe de la tige de forage, et enduit l'intérieur du puits et coffre les formations qui l'entourent. On enlève les déblais qui sont remontés à la surface, puis on réutilise la boue.

La densité du fluide de forage doit pouvoir contrer la pression des gaz ou des fluides que contiennent les formations, pression qui pourrait entraîner la perte du contrôle du puits et provoquer une *éruption*. Si la densité ne suffit pas à contenir cette pression, on utilise alors des *obturateurs anti-éruption* afin de maintenir le puits sous contrôle. Les obturateurs sont des vannes à haute pression à la tête de puits sur le fond marin qui, lorsque actionnées par un opérateur sur l'installation de forage, forment un joint à l'épreuve de la pression autour du train de tiges de forage au sommet du puits, empêchant ainsi les gaz ou les liquides de s'échapper.

FORAGE D'UN PUITS

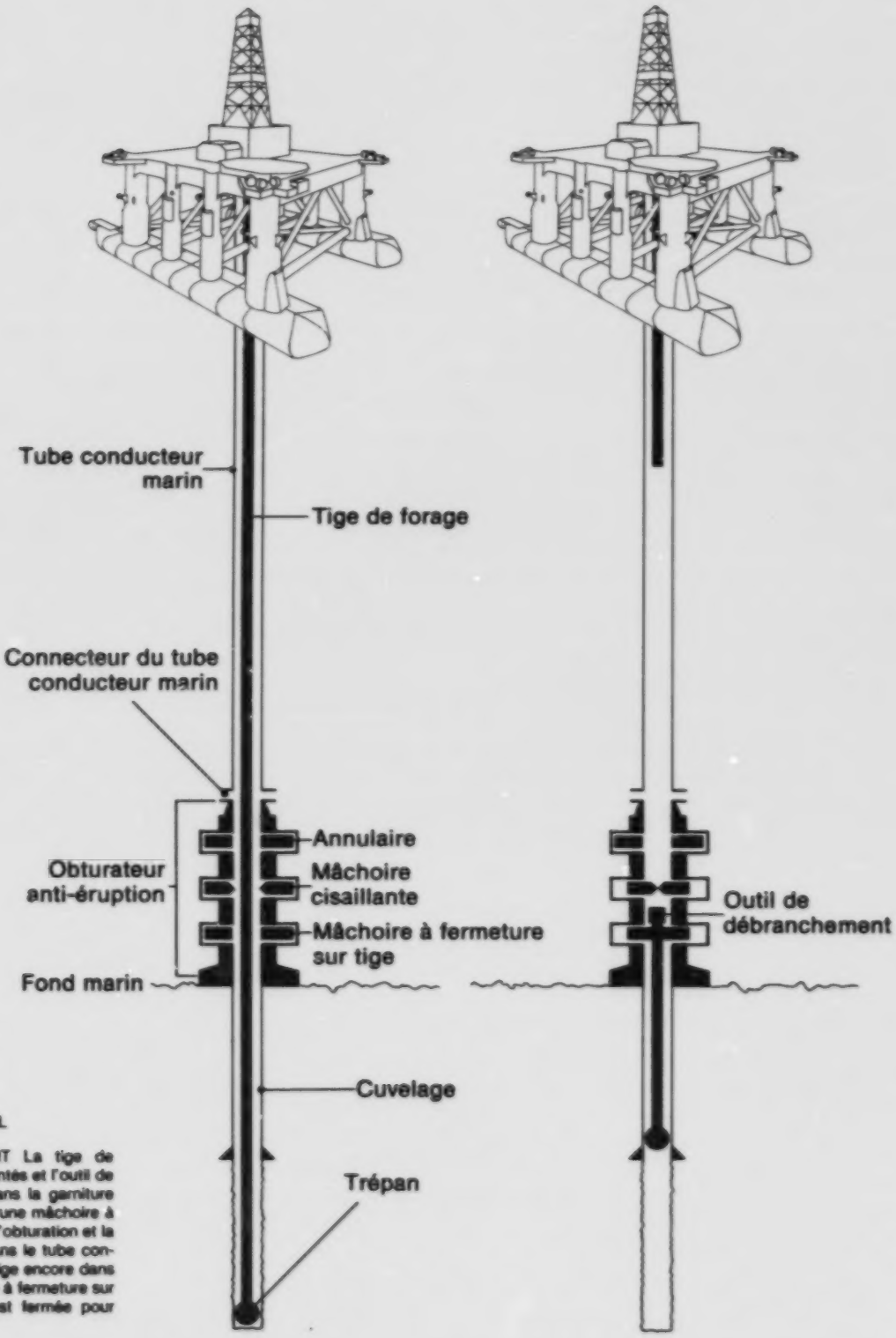
Lorsqu'on a déterminé l'emplacement d'un puits à la suite d'études sismiques et d'analyses géologiques, on transporte une installation de forage sur l'emplacement de ce puits et le processus du forage commence par «l'attaque» ou le «béchage». On fait usage d'un trépan de grand diamètre fixé au train de tiges de forage pour percer une première partie du puits. On rajoute des sections de tige (normalement 30 pieds de longueur) au train de tiges de forage jusqu'à ce que l'on atteigne une certaine profondeur initiale. À ce moment-là, on retire du trou le train de tiges et le trépan que l'on remplace par un autre train de tiges de grand diamètre désigné *tubage*. Ce dernier est inséré dans le puits de la même façon que le train de tiges de forage; cependant, on injecte du ciment autour du tubage, entre ses parois et celles du trou afin de le maintenir en place et de sceller les formations qui ont été traversées.

Dans le cas des puits offshore, on place généralement une *base de guidage* au fond de la mer en même temps que l'on cimente le premier cuvelage. La base de guidage est simplement une embase soudée au premier cuvelage. Des câbles appelés *câbles de guidage* sont fixés à la base de guidage et reliés à la plate-forme. Ils servent à guider en place, jusqu'au fond de la mer, l'équipement qui doit y être descendu à partir de la plate-forme.

Une fois que le premier cuvelage et la base de guidage sont en place, on raccorde un *tube conducteur marin* et un *déviateur* au cuvelage. Le tube conducteur marin est un tuyau de grand diamètre qui permet un passage de retour pour le fluide de forage entre le fond de la mer et la plate-forme. Le déviateur, un obturateur anti-éruption à faible pression, est monté sur la partie supérieure du tube conducteur marin pour faire dévier les fluides ou les gaz des formations en dehors de la plate-forme advenant une perte de contrôle du puits ou une éruption.

Après la mise en place du tube conducteur marin et du déviateur, on reprend le forage avec un trépan de moindre diamètre. Ce trépan ainsi que le train de tiges de forage sont descendus, à partir de la plate-forme, à travers le tube conducteur marin et le tubage qui est déjà cimenté en place. On fore jusqu'à la profondeur à laquelle on placera le prochain cuvelage, c'est-à-dire le *cuvelage de surface*. On remonte le train de tiges de forage, le trépan, le tube conducteur marin et le déviateur, puis on les place sur la plate-forme. On descend alors le cuvelage de surface dans le puits, jusque sous le tubage et on le cimente. On fait ensuite descendre le *bloc d'obturation sous-marin* jusqu'au fond de la mer, on le relie au tube conducteur marin, puis on le fixe sur la partie supérieure du cuvelage de surface.

Les opérations subséquentes comprennent le forage d'autres sections en trou découvert, le retrait du train de tiges de forage et du trépan, puis la mise en place et la cimentation des cuvelages jusqu'à ce que l'on ait atteint la profondeur déterminée.



À GAUCHE—FORAGE NORMAL

À DROITE—DÉBRANCHEMENT La tige de forage et le trépan ont été remontés et l'outil de débranchement a été inséré dans la garniture de la tige. L'outil se repose sur une mâchoire à fermeture sur tige dans le bloc d'obturation et la tige au-dessus est remontée dans le tube conducteur marin. Le morceau de tige encore dans le puits est tenu par la mâchoire à fermeture sur tige. La mâchoire cisaillante est fermée pour sceller le puits.

Le forage d'un puits de pétrole offshore fait appel aux mêmes principes qui s'appliquent au forage sur terre. Cependant, deux facteurs essentiels distinguent les installations flottantes des installations terrestres : les mouvements de l'installation flottante et la séparation physique de la plate-forme et du fond marin. L'évolution des systèmes de forage flottants a tourné autour de la mise au point de méthodes visant à concilier ces différences.

COMPENSATION DU MOUVEMENT

L'une des principales conditions liées à la conception des unités mobiles flottantes de forage en mer (MODU) est la réduction des caractéristiques de mouvement naturel de l'installation. L'efficacité opérationnelle des installations conventionnelles à coques de forme analogue à celle d'un navire se trouve diminuée lorsque les vagues excèdent 10 à 12 pieds, tandis qu'une installation semi-submersible se comporte efficacement dans des conditions difficiles étant donné qu'une grande partie de la coque se trouve immergée.

Outre les caractéristiques de la structure visant à réduire les effets du mouvement, on a mis au point des systèmes compensateurs de mouvement afin de réduire davantage les effets du pilonnement, du tangage, du roulis, du débattement et des oscillations sur les installations de forage. L'efficacité du forage offshore est affectée par toute augmentation des mouvements d'une installation jusqu'à un point déterminé où la poursuite des opérations de forage devient périlleuse. Le pilonnement, mouvement réputé affecter le plus les opérations, est neutralisé par des systèmes compensateurs de mouvement, ce qui comprend les compensateurs de houle pour la garniture de forage, les tensionneurs de tube conducteur marin, les tensionneurs de câble de guidage et les joints coulissants. Le roulis et le tangage sont compensés par des joints sphériques ou flexibles situés sous le plancher de forage et/ou sur le dispositif du tube conducteur marin. Un système de maintien de la position de l'installation de forage (système d'amarrage) compense le débattement et les oscillations.

TUBE CONDUCTEUR MARIN

La séparation physique de l'installation de forage du fond marin posait des problèmes à l'industrie, particulièrement lorsqu'on a passé au forage d'exploration dans de plus grandes profondeurs d'eau. Afin d'établir le lien nécessaire entre l'installation de forage et le fond marin, on a mis au point le tube conducteur marin.

Un joint télescopique, appelé joint coulissant, est fixé à la partie supérieure du tube conducteur. Ce joint qui fonctionne comme un piston est conçu de telle façon que son cylindre interne est fixé à la plate-forme juste sous le plancher de cette dernière et son cylindre externe au tube conducteur. L'installation et le cylindre interne du joint coulissant se déplacent ensemble verticalement sous l'effet de la houle ou du pilonnement. Le cylindre externe et le tube se déplacent latéralement sous l'effet du débattement et des oscillations.

Les joints coulissants utilisés sur les plates-formes offshore permettent un mouvement vertical total de la plate-forme de 60 pieds. Dans ces conditions, son pilonnement serait de 30 pieds – la moyenne du mouvement total de montée et de descente. Ainsi, la plate-forme peut théoriquement supporter le passage et le retrait de lames de 30 pieds sans risque d'endommager l'équipement sous-marin auquel est fixé le tube conducteur. En outre, les joints à rotule montés à l'extrémité supérieure du joint coulissant permettent des mouvements latéraux pouvant atteindre 10 degrés à partir de la verticale. Les lames de 30 pieds et le mouvement de 10 degrés à partir de la verticale représentent les limites théoriques nominales; cependant les limites opérationnelles sont inférieures, par exemple lames de 22 pieds et mouvement de 6 degrés à partir de la verticale. Lorsque les conditions environnementales excèdent ces limites, on désaccouple généralement le tube conducteur de l'équipement sous-marin afin que l'installation de forage puisse flotter librement sans risque de dommages coûteux à l'installation se trouvant sur le fond marin.

DÉBRANCHEMENT ET DÉSACCOUPLEMENT

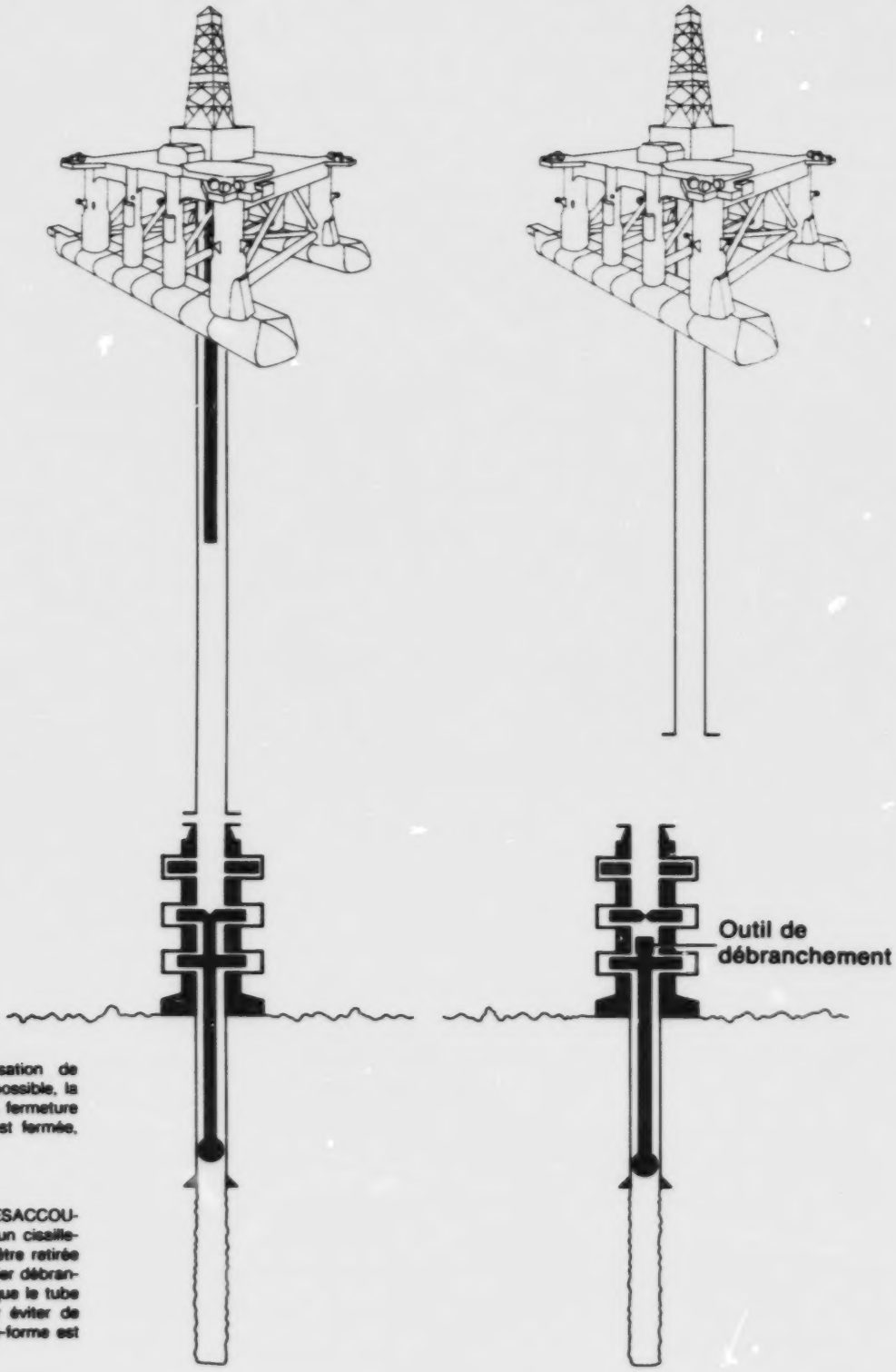
Avant de désaccoupler le tube conducteur marin, il faut soit retirer du puits le train de tiges de forage, soit le débrancher dans le bloc d'obturation. La procédure de débranchement vise à fermer le puits et à préparer le désaccouplement de sorte que les liquides de la formation ne puissent s'échapper du puits et qu'on puisse reprendre ultérieurement le forage de la façon la plus simple possible.

En supposant qu'on soit en train d'effectuer des travaux de forage et qu'on dispose d'assez de temps, la première opération du débranchement consiste à pomper de la boue lourde dans le puits afin de contrebalancer la perte de charge hydrostatique qui se produira lors du désaccouplement du tube conducteur marin. La tige de forage est remontée du puits jusqu'à ce que le trépan arrive à la hauteur du dernier cuvelage de production. On retire ensuite une autre longueur de tige qui est au moins égale à la distance entre la table de rotation et le fond marin, puis on installe un *outil de débranchement* dans la colonne de forage à la surface. La colonne est redescendue dans le puits jusqu'à ce que l'outil de débranchement atteigne le bloc d'obturation; le trépan se trouve à nouveau près de l'extrémité inférieure de la colonne de forage.

On referme les obturateurs anti-éruption à mâchoires hydrauliques (mâchoires à fermeture sur tige) et la colonne de forage est accrochée aux mâchoires à l'aide de l'outil de débranchement. La tige de forage est ensuite dévissée de l'outil de débranchement et retirée du bloc d'obturation. Enfin, les mâchoires (cisaillantes) à fermeture totale sont refermées au-dessus de l'outil de débranchement afin de sceller le puits. À ce moment-là, la colonne de forage est débranchée et le tube conducteur marin peut être désaccouplé au besoin du bloc d'obturation de puits.

Ce processus de débranchement peut prendre beaucoup de temps en raison de plusieurs facteurs. En cas d'urgence, on peut procéder au débranchement en très peu de temps en cisaillant la garniture de forage. C'est ainsi qu'on referme simplement les mâchoires cisaillantes autour d'un élément de garniture de forage et qu'on accroche la colonne de forage aux mâchoires, près de l'un des éléments de garniture qui se trouvent entre les longueurs de tige de forage. La garniture située au-dessus des mâchoires est alors coupée. Les mâchoires servent autant à couper la garniture qu'à sceller le puits. Une fois cette opération terminée, le tube conducteur marin peut être désaccouplé du bloc d'obturation et la plate-forme de forage peut alors quitter l'emplacement du puits.

L'opération de désaccouplement de l'obturateur anti-éruption est la même, que l'on ait utilisé un outil de débranchement ou que la garniture ait été cisaillée. Les tensionneurs de tube conducteur sont réglés pour compenser le poids total de l'obturateur et on peut alors procéder au désaccouplement par contrôle hydraulique du mécanisme de branchement. Une fois désaccouplé, le tube conducteur marin est remonté à l'aide des tensionneurs de tube jusqu'à ce que le joint coulissant du tube conducteur soit en position fermée. Le désaccouplement peut au besoin être effectué en quelques minutes.



À GAUCHE—CISAILLÉE Si l'utilisation de l'outil de débranchement s'avère impossible, la tige est soutenue par la mâchoire à fermeture sur tige et la mâchoire cisaillante est fermée, cisaillant ainsi le tuyau.

À DROITE—DÉBRANCHÉE ET DESACCOUPLÉE Après un débranchement ou un cisaillement réussi, la tige de forage peut être retirée du tube conducteur marin et ce dernier débranché du bloc d'obturation. Une fois que le tube conducteur marin est remonté pour éviter de heurter le bloc d'obturation, la plate-forme est libre de quitter le lieu.

CERTIFICATION APPENDICE C

APPENDICE C

CERTIFICATION

1. CERTIFICAT DU CONSTRUCTEUR 231
Émis à Tokyo, Japon, par Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
le 28 mai 1976.

2. CERTIFICATE OF REGISTRY 232
Émis à la Nouvelle-Orléans, Louisiane, par la United States Coast Guard,
le 5 août, 1980.
Pièce #4.

3. CERTIFICATE OF INSPECTION 234
Complété et émis à Providence, Rhode Island, par la United States Coast
Guard, le 27 décembre, 1979.
Pièce #5.

4. CERTIFICATS DÉLIVRÉS À L'*OCEAN RANGER* 238
American Bureau of Shipping et United States Coast Guard. Extraits des
pièces #5,6,7,8,9 et 83.

5. CORRESPONDANCE RELATIVE À L'INSPECTION DE CERTIFICATION 239
(AUX É.-U.) DE L'INSTALLATION DE FORAGE EN MER *OCEAN*
RANGER
De R.A. Sutherland, United States Coast Guard, à Ocean Drilling and
Exploration Company, le 18 décembre, 1979.
Pièce #179

6. DIRECTIVE DE L'APGTC AUX OPÉRATEURS OFFSHORE 241
CONCERNANT LES COMBINAISONS DE SURVIE
les 8 et 28 juillet, 1981
Extrait de la pièce #50.

APPENDICE C-1

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
TOKYO, JAPON

28 mai 1976

Certificat du constructeur

La présente confirme que nous, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., avons terminé la construction à Hiroshima, au Japon, en mai 1976, du vaisseau de forage nommé *Ocean Ranger* dont la description suit, pour le compte et au nom de Canan Offshore Limited, de Hamilton, aux Bermudes, et de K/S Fearnley Drilling & Exploration A/S N, d'Oslo, en Norvège.

N° officiel	7102-PEXT
Lettres d'appel	3ENB
Nom du vaisseau	*Ocean Ranger*
Type de vaisseau	Vaisseau de forage semi-submersible autopropulsé
Port d'enregistrement	Panama, République de Panama
Longueur	393,11 pieds
Largeur	262,13 pieds
Hauteur	151,50 pieds
Tirant d'eau prévu	80,00 pieds
Jauge brute	14 913,66 tonnes
Jauge nette	9 234 tonnes
Nombre de ponts	Deux (2)
Principales machines de pont	Un (1) ensemble de machines de forage pétrolier Huit (8) génératrices CC Deux (2) génératrices CA (à moteur diesel) Une (1) génératrice de secours (à moteur diesel) Trois (3) grues à moteur diesel Douze (12) ensembles de treuils/guindeaux (à moteurs électriques)

CONSTRUCTEUR:
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

_____
Yasuharu Yoshikechi
Fondé de pouvoir

APPENDICE C-2

Les informations du Certificate of Registry donné à la page suivante sont tirées de la pièce #4, soumise à la preuve le 25 octobre, 1982. Le certificat reproduit à droite est identique à la pièce #4 à l'exception de quelques inconstances peu importantes. La pièce #4 ne se prêtait pas à la reproduction

THE UNITED STATES OF AMERICA
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
UNITED STATES COAST GUARD

613641 4.47

~~New Orleans, LA~~ 1979
~~Philadelphia, PA~~ 1969

MISC. (oil research vessel)
3600

Certificate of Registry

IN PURSUANCE OF CHAPTER ONE, TITLE XLVIII
"REGULATION OF COMMERCE AND NAVIGATION," REVISED STATUTES OF THE UNITED STATES

~~W. L. Gibson, 1600 Canal Street, New Orleans, Louisiana 70161, Secretary~~
having taken and subscribed the oath required by law, and having sworn that
ODECO INTERNATIONAL CORPORATION (71-0435344)
1600 Canal Street, New Orleans, Louisiana 70161
INCORPORATED UNDER THE LAWS OF THE STATE OF DELAWARE

citizen of the United States and the sole owner of the vessel called the
OCEAN RANGER of NEW ORLEANS, LOUISIANA
whereof LEWIS H. PITMAN is at present master, and is a citizen of the United States,
and that the said vessel was built in the year 1979 at HIROSHIMA, JAPAN of Steel
as appears by P. R. 117, issued at New Orleans, LA on 27 December 1979 and Martin Paul, Admeasurer
and said Registry and Paul Martin Admeasurer having certified that
the said vessel is a Electric Screw, Oil ; that she has
one deck One Mast, One Derrick, Three Cranes, a Square stern and a Square stern; that
her register length is 393.1 feet, her register breadth 262.1 feet, her register depth 131.5 feet,
her height feet, that she measures as follows:

	Tons	100ths
Capacity under tonnage deck,	14337	56
Capacity between decks above tonnage deck,		
Capacity of enclosures on the upper deck, viz: Forecastle; bridge; poop; break; houses—deck 480.87, side, mast, trunks; excess hatchways; light and air	480	87
Gross tonnage,	14818	41
Deductions under Section 4153, Revised Statutes, as amended (Section 77, Title 46, United States Code): Crew space, 1435.47; Master's cabin, Ballast Pump 422.27; Steering gear, 17.30; Anchor gear, 45.90; Boatswain's stores, 73.37; Chart house, 22.04; Donkey engine and boiler; Radiohouse, 16.91; Storage of sails; Propelling power (actual space 330.18), 32/13 x PWS = 861.93	2901	69
Total deductions,		
Net tonnage,	11917	

The following-described spaces, and no others, have been omitted, viz: Forepeak, afterpeak, other spaces (except double bottoms) for water ballast 5391.78, open forecastle, open bridge, open poop, open shelter deck 23.51, open houses 61.13, cabins, companions 16.09, galley 78.23, skylights, wheelhouse, water closets; anchor gear 33.96, donkey engine and boiler, steering gear, light and air over propelling machinery 1280.16, other machinery spaces 1370.62

And Louis B. Pitman, Agent having agreed to the description and measurement above specified, the vessel has been duly REGISTERED at the PORT;

GIVEN under my hand and seal at the PORT of NEW ORLEANS, LOUISIANA

this day of

In the year One Thousand Nine Hundred and

IMPRESS SEAL OF U. S. COAST GUARD

Documentation Officer
By direction Officer in Charge, Marine Inspection

THE UNITED STATES OF AMERICA
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
UNITED STATES COAST GUARD

PERMANENT
(Permanent or Temporary) REGISTER NO. 74

OFFICIAL NUMBER	COMMAND SIGNAL AND RADIO CALL LETTERS
615641	4.49

Measured New Orleans, LA . 1 979
Rebuilt at . 1
Remeasured Philadelphia, PA . 1 980

Service MISC (oil research vessel)
Horsepower 3600

CERTIFICATE OF REGISTRY

IN PURSUANCE OF CHAPTER ONE, TITLE XLVIII
"REGULATION OF COMMERCE AND NAVIGATION," REVISED STATUTES OF THE UNITED STATES
(Chapter 2, Title 46, "Shipping," Code of Laws of the United States)

I W.L. Colson, 1600 Canal Street, New Orleans, Louisiana 70161, Secretary
have taken and subscribed the oath[2] required by law and having sworn[3] that
[4] ODECO INTERNATIONAL CORPORATION (71-0435544)
1600 Canal Street, New Orleans, Louisiana 70161
INCORPORATED UNDER THE LAWS OF THE STATE OF DELAWARE

is
a

citizen of the United States and sole owner of the vessel called the
[5] OCEAN RANGER (Name of Vessel), of NEW ORLEANS, LOUISIANA (Home port)
whereof LEWIS H. PITMAN is at present master, and is a citizen of the United States,
and that the said vessel was built in the year 1 976 at HIROSHIMA' JAPAN, of [6] Steel
as appears by[7] P. R. 117, issued at New Orleans, LA on 27 December 1979 and Martin Paul, Admeasurer
and[8] said Registry and Paul Martin Admeasurer having certified that
the said vessel is a[9] Electric Screw, Oil; that she has
one deck one mast, one derrick, three cranes mast, a Square stem, and a Square stern; that
her register length is 393.1 [10] feet, her register breadth 262.1 [10] feet, her register depth 151.5 [10] feet,
her height [10] feet; that she measures as follows: [10]

	TONS	100THS
Capacity under tonnage deck	14337	94
Capacity between decks above tonnage deck		
Capacity of enclosures on the upper deck, viz: Forecastle ; bridge ; poop ; break ; houses – deck 480.87, side , mast , trunks ; excess hatchways ; light and air ;	480	87
Gross tonnage	14818	81
Deductions under Section 4153, Revised Statutes, as amended (Section 77, Title 46, United States Code):		
Crew Space, 1435.47; Master's cabin, Ballast Pump 426.27;		
Steering gear, 17.60; Anchor gear, 45.90; Boatswain's stores, 75.37;		
Chart house, 22.04; Donkey engine and boiler, ; Radiohouse 16.91;		
Storage of sails, ; Propelling power (actual space 350.16), 32 / 13 x PMS = 861.93;		
Total deductions	2901	69
Net tonnage	11917	—

The following-described spaces, and no others, have been omitted, viz: Forepeak , afterpeak , other spaces (except double bottoms) for water ballast 5391.78; open forecastle , open bridge, , open poop , oven shelter deck , open houses 35.96, cabins , companions 16.09, galley 78.23, skylights , wheelhouse 28.51, water closets 51.15; anchor gear 1260.16, donkey engine and boiler , steering gear , light and air over propelling machinery , other machinery spaces 1576.62

And[11] Lewis H. Pitman, Agent having agreed to the description and measurement above specified, the vessel has been duly REGISTERED at this PORT:

GIVEN under my hand and seal at the PORT of NEW ORLEANS, LOUISIANA,
this 5th day of August
in the year One Thousand Nine Hundred and 80

Impress Seal of U.S. Coast Guard

Original signed by W.A. GOUGIS
By direction Officer in Charge, Marine Inspection

[1]Insert name and address of person by whom oath or affirmation was made.
[2]Substitute "affirmation" when necessary.
[3]Substitute "affirmed" when necessary.
[4]Insert the name and business address of the owner. If there are two or more owners, give the name and business address of one of the owners (managing owner, if one has been designated) and the proportion owned by him, followed by the names of the other owners and the proportions owned by each. If any owner is a corporation, give the corporate name followed by the words "incorporated under the laws of the State of ____" (inserting the appropriate State name)."
[5]Insert the name exactly as it appeared on the preceding document, or, in the case of a first document, as it appeared on the application for official number. If the vessel has borne another name or a motorboat number prior to documentation or redocumentation give every such name or number in parenthesis, preceded by the prefix "as-," immediately

[7]On the first document of a new vessel, write in this blank "certificate of ____ builder". On every document other than the first, recite whether the last former document was permanent or temporary, the kind, number, date and place of issue of such former document, whether the original or a copy of the former document was surrendered, and the reason for issue of the new document.
[8]Write "said register", "said enrollment", or "said license." In the first document of a new vessel, give the name and title of the admeasurer. When the vessel has been readmeasured, give the name and title of the admeasurer in the first document issued thereafter.
[9]For a vessel having a steam (or an internal combustion) engine, write "steam (or gas or oil) side-wheel", "steam (or gas or oil) stern-wheel," "steam (or gas or oil) screw," as case may be.
[10]Insert dimensions and tonnages exactly as they appear on the preceding document (or the certificate of admeasurement in case of a change in tonnage or upon issuance of the first document).
[11]Give the name of the person agreeing to the description and measurement and the capacity in when he acts (owner,

APPENDICE C-3

UNITED STATES OF AMERICA
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
UNITED STATES COAST GUARD

This Certificate Expires 27 DECEMBER, 1981

Certificate of Inspection

VESSEL	OFFICIAL NUMBER	CLASS
OCEAN RANGER	615641	Column stabilized drilling vessel

GROSS TONS	NET TONS	LENGTH	HOME PORT
14,913	12,097	398'	New Orleans, Louisiana

YEAR BUILT	PLACE BUILT	YEAR REBUILT	HULL CONSTRUCTED OF
1976	Hiroshima, Japan	--	Steel (A)

OPERATOR	OPERATOR'S ADDRESS
Ocean Drilling and Exploration Company	P.O. Box 61780, New Orleans, Louisiana 70161
OWNER	**OWNER'S ADDRESS**
Ocean Drilling and Exploration Company	P.O. Box 61780, New Orleans, Louisiana 70161

The inspection of the above named vessel having been completed at Providence, Rhode Island on the 27 day of December, 19 79, I hereby certify that said vessel is in all respects in conformity with the applicable vessel inspection laws and the rules and regulations prescribed thereunder. The following complement of licensed officers and crew is required to be carried: included in which there must be 7 (b) Certificated Lifeboatmen and - Certificated Tankermen:

1(c)	Master	-	Master & 1st Class Pilot	4	Able Seamen	1(c)	Chief Engineer	-	Firemen/Watertenders
-	Chief Mate	-	Class Pilot	2	Ordinary Seamen	-	1st Assistant Engineer	3	Oilers
-	2d Mate	1	Radio Officer	-	Deckhands	-	2d Assistant Engineer		
3(c)	Mate(s)	-	Operator(s)	-		3(c)	Ass't Engineer(s)		

In addition the vessel may carry - other persons in the crew, - passengers, - persons in addition to the crew, and 82 Industrial Personnel. Total persons allowed 100

Route permitted and conditions of operation:

(a) High tensile steel. Special welding procedures required. See construction plans.
(b) Certificated Lifeboatmen shall be provided at all times to man primary lifesaving equipment for 100% of the persons on board and also when in navigation to man sufficient inflatable liferafts to accommodate 50% of the persons on board.
(c) Master and one mate to hold unlimited licenses; all other officers may hold special industrial licenses appropriate for the area of operation.

When the vessel is navigated 16 hours or less in a 24 hour period, the required crew is:
1 Master 1 Radio Officer 1 Ordinary Seaman 1 Ass't Engineer (Ind. Lic.)
1 Mate (Ind. Lic.) 3 Able Seamen 1 Chief Engineer (Ind. Lic.) 3 Oilers
-0 Industrial Personnel may also be carried - Total persons allowed 100

When the vessel is navigated more than 16 hours but less than 72 hours, the required crew is:
1 Master 1 Radio Officer 1 Ordinary Seaman 2 Ass't Engineers (Ind. Lic.)
1 Mates (Ind. Lic.) 3 Able Seamen 1 Chief Engineer (Ind. Lic.) 3 Oilers
-0 Industrial Personnel may also be carried - Total persons allowed 100

When the vessel is under tow with propulsion assist, the required crew is:
1 Master (Ind. Lic.) 2 Able Seamen 2 Engineers (Ind. Lic.)
1 Mate (Ind. Lic.) 1 Ordinary Seaman 2 Oilers
-0 Industrial Personnel may also be carried - Total persons allowed 100.

When the vessel is under tow in the local area or moored on location, the required crew is:
1 Master (Ind. Lic.) 2 Able Seamen 1 Ordinary Seaman
-0 Industrial Personnel may also be carried - Total persons allowed 100.

EQUIPMENT AND INSPECTION DATA

Lifesaving equipment provided for 100 persons, viz:
1 Lifeboats on davits for 50 persons
1 Lifeboats on falls for 50 persons
2 Motor lifeboats (included in total lifeboats)
10 Inflatable liferafts for 200 persons
- Life floats for - persons
- persons
8 Ring life buoys 1 Buoyant heaving line
Life preservers for 127 adults and 0 children

Stability letter issued 26 December 1979 (temp)
Drydocked Special survey due 1 June 1980
Tail shaft drawn Special survey due 1 June 1980
Propulsion Motor - diesel electric
Shaft H.P. 14,000 Fuel Diesel
Pressure vessels examined A/R: 56 H/P, 3 S/A, 3 S/S, 1 L/P

Anchors: BOWER: Records at Los Angeles, CA
Number 3 Year built 1974 Type MT
Mfr. Clayton Mfg Co.
Moorings opened Due Dec 1981(1,2,1)
Moorings renewed Due Dec 1987(1,2,1)
Hydrostatic test Due Dec 1981(1,2,1)
Maximum steam pressure allowed 200 psi

Fire extinguishing systems: Fixed CO2 Fl. Rm, Main Gen. Rm, Mach Shop, Elect Const Rm, Port and stbd prop. Pump. halo deck
Semiportable 1 BIII and 1 BV Halo Deck

Fire extinguishers: No. 12 Class AII; 6 BII; 2 BV; 2 CI; 27 CII

Fire hose, total length 2050 ft.
2 Fire axes
3 Fire pumps

Inspected and approved for the carriage of: -
Capacities:

PERIODIC REINSPECTIONS

DATE	INSPECTION ZONE	SIGNATURE

R. A. SUTHERLAND, CAPT, USCG
(Officer in Charge, Marine Inspection)

PROVIDENCE, RHODE ISLAND
(Inspection Zone)

This Certificate Expires 27 December , 1981

UNITES STATES OF AMERICA
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
UNITED STATES COAST GUARD

CERTIFICATE OF INSPECTION

VESSEL	OFFICIAL NUMBER	CLASS
OCEAN RANGER	615641	Column stabilized drilling vessel

GROSS TONS	NET TONS	LENGTH	HOME PORT
14,913	12,097	398'	New Orleans, Louisiana

YEAR BUILT	PLACE BUILT	YEAR REBUILT	HULL CONSTRUCTED OF
1976	Hiroshima, Japan	–	Steel (a)

OPERATOR	OPERATOR'S ADDRESS
Ocean Drilling and Exploration Company	P.O. Box 61780, New Orleans, Louisiana 70161

OWNER	OWNER'S ADDRESS
Ocean Drilling and Exploration Company	P.O. Box 61780, New Orleans, Louisiana 70161

The Inspection of the above named vessel having been completed at Providence, Rhode Island on the 27 day of December, 1979, I hereby certify that said vessel is in all respects in conformity with the applicable vessel inspection laws and the rules and regulations prescribed thereunder. The following complement of licensed officers and crew is required to be carried; included in thich there must be 7(b) Certificated Lifeboatmen and – Certificated Tankermen:

1(c)	Master	—	Master & 1st Class Pilot	4	Able Seamen	1(c)	Chief Engineer	—	Firemen/Watertenders
—	Chief Mate	—	_____ Class Pilot	2	Ordinary Seamen	—	1st Assistant Engineer	3	Oilers
—	2d Mate	1	Radio Officer	—	Deckhands	—	2d Assistant Engineer	—	_____
3(c)	___Mate(s)	—	_____ Operator(s)	—	_____	3(c)	Ass't Engineer(s)	—	_____

In addition the vessel may carry — other persons in the crew, — passengers, — persons in addition to the crew, and 82 Industrial Personnel Total Persons allowed 100.

Route permitted and conditions of operation: OCEANS

(a) High tensile steel. Special welding procedures required. See construction plans.

(b) Certificated Lifeboatmen shall be provided at all times to man primary lifesaving equipment for 100% of the persons on board and also when in navigation to man sufficient inflatable liferafts to accomodate 50% of the persons on board.

(c) Master and one Mate to hold unlimited licenses; all other officers may hold special industrial licenses appropriate for the mode of operation.

When the vessel is navigated 16 hours or less in a 24 hour period, the required crew is:

1 Master — 1 Radio Officer — 1 Ordinary Seamen — 1 Ass't Engineer (Ind. Lic.)
1 Mate (Ind. Lic.) — 3 Able Seamen — 1 Chief Engineer (Ind. Lic.) — 2 Oilers

89 Industrial Personnel may also be carried — Total persons allowed 100.

When the vessel is navigated more than 16 hours but less than 72 hours, the required crew is:

1 Master — 1 Radio Officer — 1 Ordinary Seamen — 2 Ass't Engineers (Ind. Lic.)
2 Mates (Ind. Lic.) — 3Able Seaman — 1 Chief Engineer (Ind. Lic.) — 3 Oilers

86 Industrial Personnel may also be carried — Total persons allowed 100.

When the vessel is under tow with propulsion assist, the required crew is:

1 Master (Ind. Lic.) — 2 Able Seamen — 2 Engineers (Ind. Lic.)
1 Mate (Ind. Lic.) — 1 Ordinary Seaman — 2 Oilers

91 Industrial Personnel may also be carried — Total persons allowed 100.

When the vessel is under tow in the local area or moored on location, the required crew is:

1 Master (Ind. Lic.) — 2 Able Seamen — 1 Ordinary Seaman

96 Industrial Personnel may also be carried — Total persons allowed 100.

EQUIPMENT AND INSPECTION DATA

Lifesaving equipment provided for 100 persons, viz:
1 Lifeboats on fwd for 50 persons
1 Lifeboats on aft side for 50 persons
2 Motor Lifeboats (included in total lifeboats)
10 Inflatable liferafts for 200 persons
— Life floats for — persons
_____ persons
8 Ring life buoys 1 Rescue boats
Life preservers for 127 adults and 0 children

Stability letter issued 26 December 1979 (temp)
Drydocked Special survey due 1 June 1980
Tail shaft drawn Special survey due 1 June 1980
Propulsion Motor — diesel electric
Shaft H.P. 14,000 Fuel Diesel
Pressure vessels examined A/R 56 H/P, 3 S/A, 3 S/S, 1 L/P

Aux. BOILERS: Records at Los Angeles, CA
Number 3 Year built 1974 Type WT
Mfr. Clayton Mfg. Co.
Mountings opened Due Dec 1983 (1,2,3)
Mountings removed Due Dec 1987 (1,2,3)
Hydrostatic test Due Dec 1981 (1,2,3)
Maximum steam pressure allowed 200 psi

Fire extinguishing systems: Fixed CO2 PL, EG, Main Gen. Rm, Mach Shop, Elect Cont Rm, Port and stbd prop. Foam, helo deck
Semiportable 1 BII and 1 BV Helo Deck

Fire extinguishers
No. 12 Class AII
6 BII
2 BV
2 CI

Fire hose, total length 2050 ft.
2 Fire axes
3 Fire pumps

Inspected and approved for the carriage of:

Capacity:

PERIODIC INSPECTIONS 27 CII

DATE	INSPECTION ZONE	SIGNATURE

R. A. SUTHERLAND, CAPT, USCG
(Officer in Charge, Marine Inspection)
PROVIDENCE, RHODE ISLAND
(Inspection Zone)

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
U. S. COAST GUARD
CG-858 (Rev. 8-74)

CERTIFICATE OF INSPECTION AMENDMENT

NAME OF VESSEL	OFFICIAL NUMBER
OCEAN RANGER	615541

CLASS	GROSS TONS	HOME PORT
Column stabilized drilling vessel	14,213	New Orleans, LA

WHEN AND WHERE BUILT
1976 - Hiroshima, Japan

DATE CURRENT CERTIFICATE OF INSPECTION EXPIRES	DATE AND PLACE CURRENT CERTIFICATE OF INSPECTION ISSUED
27 December 1981	27 December 1979, Providence, RI

The Certificate of Inspection issued to the vessel described above is amended as follows:

VESSEL DRYDOCKED: SPECIAL UNDERWATER SURVEY DUE APRIL 1982

DATE OF ISSUE	INSPECTION ZONE	OFFICER IN CHARGE, MARINE INSPECTION
29 April 1980	Providence, R.I.	R. A. SUTHERLAND, CAPT, USCG

INSTRUCTIONS

1. This amendment shall be issued to authorize changes to the conditions or particulars entered on a current valid Certificate of Inspection (Form CG-841 or CG-3753) or to the conditions or particulars entered on a current valid amendment to such Certificate of Inspection. When issued it shall become a part of the Certificate of Inspection which it amends.
2. The original of this amendment shall be delivered to the master or owner of the vessel named herein and must be framed under glass with or near the vessel's Certificate of Inspection. If the Certificate of Inspection is not required to be posted, this amendment must be kept on board with the Certificate of Inspection and shown on demand.
3. One copy of this amendment shall be filed in the office of the issuing Officer in Charge, Marine Inspection. In addition one copy shall be distributed to each of the following:
   a. The Officer in Charge, Marine Inspection who issued the current Certificate of Inspection.
   b. The Commandant (G-MVI).
   c. The owner or agent of the vessel named herein.

ORIG	VIEW	VIEW	XO

PREVIOUS EDITION MAY BE USED

GPO 936-511

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION U.S. COAST GUARD CG-858 (Rev. 8-74)	CERTIFICATE OF INSPECTION AMENDMENT	
NAME OF VESSEL OCEAN RANGER		OFFICIAL NUMBER 615641
CLASS Column stabilized drilling vessel	GROSS TONS 14,913	HOME PORT New Orleans, LA
WHEN AND WHERE BUILT 1976 – Hiroshima, Japan		
DATE CURRENT CERTIFICATE OF INSPECTION EXPIRES 27 December 1981	DATE AND PLACE CURRENT CERTIFICATE OF INSPECTION ISSUED 27 December 1979, Providence, RI	

The Certificate of Inspection issued to the vessel described above is amended as follows:

VESSEL DRYDOCKED: SPECIAL UNDERWATER SURVEY DUE APRIL 1982

DATE OF ISSUE	INSPECTION ZONE	OFFICER IN CHARGE, MARINE INSPECTION
29 April 1980	Providence, RI	R. A. SUTHERLAND, CAPT, USCG

INSTRUCTIONS

1. This amendment shall be issued to authorize changes to the conditions or particulars entered on a current valid Certificate of Inspection (Form CG-841 or CG-3753) or to the conditions or particulars entered on a current valid amendment to such Certificate of Inspection. When issued it shall become a part of the Certificate of Inspection which it amends.
2. The original of this amendment shall be delivered to the master or owner of the vessel named herein and must be framed under glass with or near the vessel's Certificate of Inspection. If the Certificate of Inspection is not required to be posted, this amendment must be kept on board with the Certificate of Inspection and shown on demand.
3. One copy of this amendment shall be filed in the office of the issuing Officer in Charge, Marine Inspection. In addition one copy shall be distributed to each of the following:
   a. The Officer in Charge, Marine Inspection who issued the current Certificate of Inspection.
   b. The Commandant (G-MVI).
   c. The owner or agent of the vessel named herein.

PREVIOUS EDITION MAY BE USED

GPO 956-511

APPENDICE C-4
Certificats délivrés à l'*Ocean Ranger*

1) Le CERTIFICATE OF INSPECTION (Certificat d'inspection) a été délivré à Providence, Rhode Island, le 27 décembre 1979, par la United States Coast Guard. Il était périmé depuis le 27 décembre 1981.

2) Le CERTIFICATE OF CARGO SHIP SAFETY EQUIPMENT (Certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge) a été délivré à Providence, Rhode Island, le 27 décembre 1980, par la United States Coast Guard. Il a expiré le 27 décembre 1981.

3) L'INTERNATIONAL LOAD LINE SURVEY CERTIFICATE (Certificat international de franc-bord) a été délivré à New-York, le 30 octobre 1981, par l'American Bureau of Shipping au nom de la United States Coast Guard, en vertu des dispositions de la Convention internationale sur les lignes de charge, 1966. Le certificat était en vigueur jusqu'au 5 juillet 1984 et soumis à un examen annuel.

4) Le CARGO SHIP SAFETY CONSTRUCTION CERTIFICATE (Certificat de sécurité de construction pour navire de charge) a été délivré à New-York par l'American Bureau of Shipping, le 28 avril 1980, en vertu des dispositions de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, 1960, et était en vigueur jusqu'au 31 juillet 1984.

5) Le CARGO SHIP SAFETY RADIO TELEGRAPHY CERTIFICATE (Certificat de sécurité radiotélégraphique pour navire de charge) a été délivré à St. John's, Terre-Neuve, le 16 avril 1981, par l'American Bureau of Shipping, par l'autorisation du Gouvernement du Canada, en vertu des dispositions de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, 1974. Il était en vigueur jusqu'au 15 avril 1982. Il n'y avait aucune exception quant à la nécessité d'effectuer une veille constante sur 2182 Mkz.

6) ANNUAL CLASS SURVEY—HULL AND MACHINERY (Étude annuelle des catégories—coque et machines), inspection annuelle de franc-bord, inspection annuelle des engins des marchandises et prolongation de l'étude de l'arbre porte-hélice (bâbord et tribord) effectuées par l'American Bureau of Shipping le 16 juin 1981, sur place au large de St. John's, Terre-Neuve. Le certificat a été délivré à Halifax, en Nouvelle-Écosse.

APPENDICE C-5
Correspondance relative à l'inspection de certification (aux É.-U.) de l'installation mobile de forage en mer *Ocean Ranger*

Officer In Charge
Marine Inspection Office
John O. Pastore Fed. Bldg.
Providence, RI 02903
Tél.: 401-528-4335

16711
18 décembre 1979

Ocean Drilling & Exploration Company
P.O. Box 61780
New Orleans, LA 70161

Attention: Dr. Terry Petty

Objet: INSTALLATION MOBILE DE FORAGE EN MER *OCEAN RANGER*
Installation de forage semi-submersible
396 pi X 262 pi X 151 pi
Non classée
Inspection de certification

Messieurs,

Une première inspection de l'installation de forage ci-dessus mentionnée a été effectuée du 4 au 14 décembre 1979. Les conditions suivantes devront avoir été remplies préalablement à la délivrance d'un certificat d'inspection de la U.S. Coast Guard:

1. Présenter un certificat de la FCC pour les radios (vaisseaux et embarcations de sauvetage)
2. Acquérir et installer un émetteur de détresse automatique (EPIRB)
3. Présenter un certificat d'entretien des extincteurs portatifs
4. Acquérir deux tenues de sapeurs-pompiers
5. Marquer au pochoir les cases de rangement des ceintures de sauvetage et les vannes télécommandées d'interruption de l'alimentation en combustible
6. Faire l'essai de l'interrupteur à bas niveau de la chaudière numéro 2
7. Acquérir une trousse de premiers soins approuvée par MESA pour 100 personnes
8. Immatriculer l'installation aux États-Unis (obtenir un numéro officiel)

Les conditions suivantes devront avoir été remplies avant le 15 janvier 1980 ou avant la délivrance d'un certificat d'inspection, selon l'éventualité la plus éloignée:

1. Acquérir des bouées de sauvetage (8) approuvées par la Coast Guard
2. Acquérir des provisions pour embarcation de sauvetage approuvées par la Coast Guard pour les deux embarcations de sauvetage
3. Acquérir deux bouées fumigènes à attacher aux bouées de sauvetage et approuvées par la Coast Guard
4. Peindre l'hélisurface avec de la peinture antidérapante
5. Marquer le système d'alarme générale au moyen d'écriteaux, conformément à 46 CFR 106.625
6. Marquer les alarmes du système au CO_2 au moyen d'écriteaux, conformément à 106.627
7. Marquer les radeaux de sauvetage au moyen d'écriteaux, conformément à 108.655
8. Inspecter et réparer le système de détection d'incendie
9. Installer un dispositif approprié de dispersion de gaz pour la salle du système au CO_2
10. Installer un indicateur de direction du vent sur l'hélisurface
11. Placarder l'accès à l'hélisurface d'avertissements (les trois accès)
12. Remplacer le boyau à incendie intérieur par un boyau approuvé par la Coast Guard et acquérir des lances polyvalentes approuvées par la Coast Guard (modifier le système en conséquence)
13. Installer un raccordement terre/navire international
14. Afficher la marche à suivre pour le ravitaillement en combustible
15. Observer le règlement relatif aux citernes mobiles pour bateau
16. Faire fonctionner le système à mousse, prélever un échantillon et le faire analyser

À accomplir avant d'amener à bord du combustible pour le ravitaillement des hélicoptères:

1. Installer à l'accès principal un dispositif télécommande d'interruption de la pompe à combustible
2. Marquer le lieu de rangement du boyau d'alimentation en combustible conformément au règlement
3. Faire en sorte que la lampe témoin indiquant que la pompe à combustible est utilisée soit visible

À effectuer avant le 1er juin 1980 ou avant la délivrance du certificat d'inspection, selon l'éventualité la plus éloignée:

1. Installer un deuxième radar alimenté indépendamment du premier
2. Soumettre à l'examen du commandant, United States Coast Guard, des plans d'inspection spéciale de la partie immergée et effectuer les inspections spéciales au besoin
3. Faire examiner le plan de sécurité et de lutte contre l'incendie et le faire approuver

À effectuer avant la prochaine inspection de certification:

1. Observer 46 CFR 108.506 concernant les radeaux de sauvetage lancés par bossoir ou élément de remplacement approprié
2. Remplacer les embarcations de sauvetage et les bossoirs par des dispositifs approuvés par la Coast Guard ou faire approuver ceux qui sont en place
3. Faire approuver le système au CO_2 fixe
4. Faire approuver le système de détection d'incendie par la Coast Guard

Toutes les conditions ci-dessus doivent être remplies à la satisfaction de l'officier compétent, Inspection Maritime.

Sincèrement

Le Capitaine
R.A. SUTHERLAND
U.S. Coast Guard
Officer in Charge,
Marine Inspection

APPENDICE C-6
Directive de l'APGTC aux opérateurs offshore concernant les combinaisons de survie

.
SHELL CNTR CGY
EMR RMCB OTT

AVIS AUX OPÉRATEURS

COMBINAISONS DE SURVIE À BORD DES NAVIRES D'EXPLORATION

COMME LES ACTIVITÉS D'EXPLORATION AU LARGE DE LA CÔTE DU CANADA SE FONT EN EAUX FROIDES, IL EST ÉVIDENT QUE LES COMBINAISONS DE SURVIE SONT AUSSI IMPORTANTES POUR LA SÉCURITÉ DU PERSONNEL À BORD DES NAVIRES D'EXPLORATION QUE LES CEINTURES DE SAUVETAGE. DES VIES AURAIENT PU ÊTRE SAUVÉES LORS DU NAUFRAGE RÉCENT DE L'*ARCTIC EXPLORER* SI L'ON AVAIT DISPOSÉ DE COMBINAISONS DE SURVIE.

TOUS LES OPÉRATEURS DEVRONT PRÉVOIR, DÈS QUE POSSIBLE, UNE COMBINAISON DE SURVIE POUR CHAQUE PERSONNE SE TROUVANT À BORD D'UNE INSTALLATION DE FORAGE, D'UN NAVIRE DE SOUTIEN OU D'UN NAVIRE D'ÉTUDE GÉOPHYSIQUE, MÊME SI CETTE MESURE N'EST PAS D'APPLICATION OBLIGATOIRE POUR LA PRÉSENTE SAISON D'EXPLORATION.

ON PEUT DÉBATTRE DE L'OPPORTUNITÉ D'INCLURE DANS L'EXERCICE D'ABANDON LE FAIT DE REVÊTIR LA COMBINAISON DE SURVIE. EN CAS D'URGENCE, IL APPARTIENDRAIT À LA PERSONNE CONCERNÉE DE CHOISIR DE REVÊTIR LA COMBINAISON DE SURVIE AVANT DE PASSER LE GILET DE SAUVETAGE OU NON. QUOI QU'IL EN SOIT, IL IMPORTE QUE LA COMBINAISON SOIT À SA DISPOSITION ET QU'ELLE PUISSE LA REVÊTIR SI LE TEMPS LE PERMET. NOUS RECOMMANDONS QUE LES COMBINAISONS SOIENT ENTREPOSÉES EN DIVERS ENDROITS DU NAVIRE, PRÈS DES PRINCIPALES VOIES DE CIRCULATION ET AUX POSTES D'ABANDON.

COMME MODÈLE, NOUS RECOMMANDONS LA COMBINAISON HYDROFUGE LÉGÈRE, QUI SE PORTE FACILEMENT SOUS LE GILET DE SAUVETAGE. ON EST PRIÉ D'ADRESSER DIRECTEMENT À OTTAWA TOUT COMMENTAIRE À L'ÉGARD DE L'EXIGENCE DONT IL EST QUESTION ICI, PAR TÉLÉPHONE: 613-993-3760; PAR TELEX: 053-4366.

FREDERICK LEPINE
INGÉNIEUR EN CONSERVATION
ADMINISTRATION DU PÉTROLE ET DU GAZ DES TERRES DU CANADA

7 juillet 1981

ATTENTION: E. HOPKINS

.
SHELL CNTR CGY

SHELL CNTR CGY
EMR RMCB OTT

COMBINAISONS DE SURVIE À BORD DES NAVIRES D'EXPLORATION AU CANADA

LES PREMIERS COMMENTAIRES FORMULÉS PAR LES SOCIÉTÉS COMME SUITE AU TELEX DU 7 JUILLET 1981 SUR LES COMBINAISONS DE SURVIE À PRÉVOIR POUR TOUTES LES PERSONNES SE TROUVANT À BORD DE NAVIRES D'EXPLORATION AU CANADA FONT ÉTAT DE DEUX MODÈLES QUI POURRAIENT CONVENIR:

A. UNE COMBINAISON LÉGÈRE À L'ÉPREUVE DE L'HUMIDITÉ ET OFFRANT UNE BONNE ISOLATION THERMIQUE. ELLE DEVRAIT OBLIGATOIREMENT SE PORTER AVEC UN GILET DE SAUVETAGE. LES COMBINAISONS DE CE TYPE NE NÉCESSITENT PAS BEAUCOUP D'ESPACE D'ENTREPOSAGE ET LAISSENT À CEUX QUI LES PORTENT UNE PLUS GRANDE LIBERTÉ DE MOUVEMENT. ELLES SONT PARTICULIÈREMENT BIEN ADAPTÉES AUX SITUATIONS QUE PEUVENT CONNAÎTRE LES PERSONNES QUI SE DÉPLACENT EN HÉLICOPTÈRE ET CELLES QUI TRAVAILLENT SUR LE PONT D'UN NAVIRE DE SOUTIEN OU D'UN NAVIRE D'ÉTUDE SISMIQUE.

B. LA GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE PRÉCONISE ET APPROUVE L'EMPLOI D'UN SURVÊTEMENT PROTECTEUR ISOLANT ET FLOTTANT QUI PROTÈGE AUSSI LES MAINS ET LES PIEDS; ELLE PERMET À CELUI QUI LE PORTE DE FLOTTER TOUT EN LE PROTÉGEANT CONTRE L'HYPOTHERMIE. LA GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE A DÉFINI DES SPÉCIFICATIONS POUR CE TYPE DE SURVÊTEMENT, DONT L'UNE STIPULE QU'IL DOIT POUVOIR ÊTRE PASSÉ EN UNE MINUTE. CE SURVÊTEMENT OFFRE DANS L'ENSEMBLE UNE MEILLEURE PROTECTION CONTRE LE FROID ET EST PARTICULIÈREMENT BIEN ADAPTÉ AUX BESOINS DES PERSONNES QUI PRENNENT PLACE À BORD DE NAVIRES D'HABITATIONS, DANS LES LOCAUX RÉSERVÉS À L'ÉQUIPAGE ET DANS LES ÎLES ARTIFICIELLES.

VOUS ÊTES INVITÉS À NOUS COMMUNIQUER VOS COMMENTAIRES, À MOI OU AU DR. JANÇMERTA, À OTTAWA; PAR TÉLÉPHONE: 613-993-3760; PAR TELEX: 053 4366.

F.H. LEPINE
CHEF
FORAGE ET OPÉRATIONS
DIVISION DES OPÉRATIONS ET DE LA CONSERVATION
GESTION DES RESSOURCES
ADMINISTRATION DU PÉTROLE ET DU GAZ DES TERRES DU CANADA
OTTAWA

28 juillet, 1981

Les deux telex précédents ont été envoyés aux destinataires suivants:

cc:	Shell Calgary Attention: E. Hopkin	Telex N°	038 24792
	Petro-Canada Calgary Attention: D. Duff		038 27574
	Petro-Canada St. John's Attention: G. Lever		016 4027
	Mobil Oil Dartmouth Attention: Mathews		019 22580
	Mobil Oil St. John's Attention: S. Romansky		016 4145
	BP Canada Calgary Attention: Alan Ace		038 24782
	Chevron Standard Calgary Attention: R. Richardson		
	L. Zerr		038 21645
	HBOG Calgary Attention: K. Putnam		038 21794
	RMB Dartmouth		019 31557
	RMB St. John's		016 4031
	MAIN Hull Attention: T. Starr		3711
	MAIN Yellowknife Attention: M. Smith		034 45519
	Dome Calgary Attention: S. Montgomery		038 22626
	B. Barnard		
	Dome Tuk. Attention: L. Prather		031 44508
	Gulf Calgary Attention: C.E. Fidler		038 24551
	R.P. Côté		
	Esso Resources Calgary Attention: Ron Royal		
	H. Sangster		038 24534
	GCC MUT Ottawa Attention: B.D. Thorne		053 3128
	CPA Calgary Attention: M. Smyth	Télécopieur	261 4622
	IPAC Calgary Attention: J. Porter	Télécopieur	261 4059

SHELL CNTR CGY
EMR RMCB OTT

OPERATIONS APPENDICE D

APPENDICE D

OPÉRATIONS

1. HISTORIQUE DES OPÉRATIONS DE L'*OCEAN RANGER* 245
du 30 juin, 1976, au 14 février, 1982.
2. QUELQUES RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL-CLÉ À BORD DE *L'OCEAN RANGER* 246
le 15 février, 1982.
3. ÉQUIPEMENT DE COMMUNICATIONS À BORD DE L'*OCEAN RANGER* 247
4. FORMULAIRES POUR LE CALCUL DE LA STABILITÉ – *OCEAN RANGER* 248
Extrait du Livret de stabilité
le 6 janvier, 1981
Pièce #51A

APPENDICE D-1
Historique – *Ocean Ranger*

DATES	OPÉRATEUR	ENDROIT
mai 1976		Lancement au chantier naval Eba N° 2 de Mitsubishi Heavy Industries, Japon
3 juin 1976	ARCO	Remorquage à partir du chantier naval de MHI au Japon jusqu'en Alaska
26 juin 1976	ARCO	Cost N° 1, St. George,
1er octobre 1976	ARCO	Remorquage de la mer de Béring jusqu'au golfe d'Alaska
15 octobre 1976	ARCO	Splome N° 1, Bloc 72 – golfe d'Alaska
3 juin 1977	ARCO	Remorquage du golfe d'Alaska jusqu'à Lower Cook Inlet
9 juin 1977	ARCO	Lower Cook Inlet, Cost N° 1
27 septembre 1977	INACTIVE	En attente – Lower Cook Inlet
12 mars 1978	INACTIVE	Remorquage de Lower Cook Inlet jusqu'à Resurrection Bay
15 mars 1978	INACTIVE	En attente – Départ vers Resurrection Bay
4 décembre 1978	INACTIVE	Remorquage de Resurrection Bay jusqu'à Port Alberni, C.-B.
14 décembre 1978	RÉPARATIONS	En attente – Havre de Port Alberni, C.-B.
5 août 1979	-	Remorquage de Port Alberni, C.-B., jusqu'à Baltimore Canyon via le détroit de Magellan et la baie Narragansett
16 décembre 1979	Murphy	Baltimore Canyon, Bloc 106
29 mai 1980	Philips	Remorquage de Baltimore Canyon jusqu'en Irlande
17 juin 1980	Philips	Au large de l'Irlande
20 octobre 1980	Mobil	Remorquage de l'Irlande jusqu'à Terre-Neuve
6 novembre 1980	Mobil	G-55 Hibernia, Terre-Neuve
24 février 1981	Mobil	K-18 Hibernia, Terre-Neuve
7 juin 1981	Mobil	J-87 Hibernia, Terre-Neuve
24 novembre 1981-15 février 1982	Mobil	J-34 Hibernia, Terre-Neuve

APPENDICE D-2
Quelques renseignements sur le personnel-clé

I. CHEF DE CHANTIER DE FORAGE

Le chef de chantier de forage à bord de l'*Ocean Ranger* était Benjamin Kent Thompson. Thompson était citoyen des États-Unis et comptait une quinzaine d'années d'expérience dans l'industrie du forage. Thompson est entré chez ODECO en 1974 en tant qu'ouvrier de plancher et a travaillé à bord du *Margaret*. En novembre 1974, il a été embauché par ODECO, toujours en tant qu'ouvrier de plancher, et a été affecté à l'*Ocean Explorer*. Il a été promu au poste de maître-sondeur en 1978 et à celui de chef de chantier de forage en juin 1979. À ce titre, il a travaillé à bord de plusieurs installations de forage d'ODECO, notamment l'*Ocean Patriot*, l'*Ocean Champion* et la *St. Louis*. Il a été affecté à l'*Ocean Ranger* en janvier 1981, en tant que chef de chantier de forage. Thompson n'avait reçu aucun certificat officiel de la United States Coast Guard. Il a suivi un cours de prévention des éruptions à l'université de l'Oklahoma et plusieurs cours de formation internes sur le contrôle des puits et sur la gestion d'installation de forage dispensés par ODECO.

II. CAPITAINE

Le capitaine était Clarence Hauss. Le capitaine Hauss était citoyen des États-Unis et titulaire d'un permis valide de Master of Steam and Motor Vessels, Any Gross Tons Upon Oceans, délivré par la United States Coast Guard. Hauss a été capitaine et second capitaine chez Bethlehem Steel Corporation de 1956 à 1971. Il est entré chez ODECO le 31 mars 1981 et a été affecté à l'*Ocean Victory*. Toutefois, au cours des dix années qui ont précédé son entrée chez ODECO, le capitaine Hauss a travaillé comme technicien dans un centre de désintoxication et comme vendeur. Il n'était plus en activité en tant que capitaine au long cours. Avant d'être affecté à l'*Ocean Ranger* comme capitaine le 26 janvier 1982, il avait effectué trois séjours de 28 jours chacun à bord de l'*Ocean Victory* et un séjour à bord de l'*Ocean Bounty*.

III. CONTREMAÎTRE DE FORAGE

Le contremaître de forage principal de Mobil était Jack Jacobsen, citoyen canadien, qui comptait 16 années d'expérience dans l'industrie du forage. Il avait 39 ans. En 1966, il a commencé à travailler comme accrocheur chez Kenting Drilling. En 1971-1972, il a travaillé en tant qu'accrocheur et maître-sondeur chez Garnet Drilling. Il a été maître-sondeur chez Nabors Drilling en 1972-1973 et, en 1973, il est entré chez SEDCO, où il a été promu au poste de surintendant adjoint en 1974. Il est resté chez SEDCO jusqu'en 1980, année où il est entré chez Mobil en tant que contremaître de forage. Il comptait 10 années de scolarité et avait suivi des cours en prévention des éruptions et en techniques de forage appliquées.

IV. OPÉRATEURS DE CONTRÔLE DES BALLASTS

L'opérateur principal de contrôle des ballasts était Donald Rathbun, citoyen des États-Unis. Il est entré chez ODECO en janvier 1980 et ne possédait aucune expérience préalable dans l'industrie du forage, ni à terre, ni en mer. En mars 1980, il a été promu du poste de manœuvre de chantier à celui d'opérateur de contrôle des ballasts. Chez ODECO, M. Rathbun a toujours été affecté à l'*Ocean Ranger*. Il n'était titulaire d'aucun permis marin officiel et n'avait suivi aucun programme de formation dispensé par ODECO en matière de contrôle des ballasts.

L'opérateur en second était Domenic Dyke, citoyen canadien. Avant d'entrer comme manœuvre de chantier chez ODECO, en décembre 1980, il avait travaillé à ce titre chez SEDCO et comme manœuvre de pont à bord de navires de soutien chez Crosbie Offshore Services. Il a été promu du poste de manœuvre de chantier à celui d'opérateur de contrôle des ballasts le 31 décembre 1981 et il en était à son deuxième séjour à ce titre au moment du naufrage.

V. ÉLECTRICIENS DE L'INSTALLATION

L'électricien principal était Thomas Donlon, citoyen des États-Unis. Il possédait une vaste expérience du métier d'électricien et était affecté à l'*Ocean Ranger* depuis 1977.

Paul Bursey, citoyen canadien, était l'électricien en second à bord de l'*Ocean Ranger*. Il est entré chez ODECO en juin 1981 et a été affecté à l'*Ocean Ranger*. Auparavant, il avait été électricien de marine au Canadien National durant sept ans.

VI. MÉCANICIEN DE L'INSTALLATION

Le mécanicien de l'installation était George Gandy. Citoyen des États-Unis, Gandy avait acquis une vaste expérience du forage à terre et en mer dans le golfe du Mexique, la mer du Nord et au large de la côte ouest de l'Afrique. Il est entré chez ODECO en tant que mécanicien d'installation et a été affecté à l'*Ocean Ranger* en février 1977, pour une période de sept mois. Il a de nouveau été affecté à l'*Ocean Ranger* en mars 1980. Il était titulaire d'un certificat de matelot de pont délivré par la United States Coast Guard.

VII. TECHNICIEN EN ÉLECTRONIQUE

Ted Stapleton, un citoyen canadien, était le technicien en électronique. Il avait suivi un cours de 5 ans en électronique au College of Trades and Technology et sa formation en apprentissage avait eu lieu auprès de Iron Ore Company of Canada. Il possédait 15 années d'expérience à terre comme électronicien au moment où il est passé à l'emploi d'ODECO en mai 1981. Il avait déjà été radiotélégraphiste dans la Garde côtière canadienne.

Il n'a pas été possible d'obtenir de renseignements sur les antécédents de plusieurs autres employés d'ODECO affectés à l'Ocean Ranger au moment du naufrage; ODECO n'avait pas fourni leurs dossiers au moment de la rédaction du rapport.

APPENDICE D-3
Équipement de communications à bord de l'*Ocean Ranger*

1) Systèmes radio de l'installation

a) ITT MRU 29B émetteurs-récepteurs principaux et de secours, récepteurs, récepteur du signal d'alarme automatique, manipulateur du signal d'alarme automatique, commutateur d'antenne, blocs d'alimentation, chargeur de batteries et batteries.

b) Postes VHF de marine:
   a) Decca, ITT STR-24
   b) Motorola, D33ADA1019AK

c) Radiobalise de détresse (EPIRB) – AKC Electronics, ACR/RLB 14

2) Systèmes radio HF

a) Communications Associates Inc., modèle CA35MS avec amplificateur CL36. Gamme de fréquences: 2-30 mHz. Sortie de puissance : 1 000 W.

b) Communications Associates, Inc., modèle CA35MS. Gamme de fréquences : 2-30 mHz. Sortie de puissance: 100 W. Alarme deux tonalités: Honeywell TG502. Alimentation : batteries ou courant de l'installation.

c) R.F. Harris Co., modèle RF230MAC. Gamme de fréquences: 2-30 mHz. Sortie de puissance: 100 W.

3) Systèmes de communications divers

a) CAI modèle CR19/C754 radio VHF d'aéronef. Fréquence: 122,00 mHz. Sortie de puissance: 50 W. Émission: A3A.

b) Scientific Atlanta MARISAT Terminal.

c) Balise d'aéronef, Southern Avionics, modèle SS800.

APPENDICE D-4

Formulaires pour le calcul de la stabilité — *Ocean Ranger*

CONDITION:	LOADING TABLE 1. OPERATIONAL LIGHTWEIGHT								
ITEM	WEIGHT L.TONS	VCG FT.	VERTICAL MOMENT L.T.X FT.	VCG FT.	LONGL. MOMENT L. TONS X FT. +AFT	LONGL. MOMENT L. TONS X FT. -FWD	TCG FT.	TRANSVERSE MOMENT L. TONS X FT. -PORT	TRANSVERSE MOMENT L. TONS X FT. +STBD
LIGHTWEIGHT (Excluding all movable anchoring gear, and excluding all operating liquids: traveling gear in highest position).	20,881.3	86.92	1,814,905	4.99 A	104,224		1.11 S		23,191
TRAVELING GEAR LOWERED. LT.									
MOORING EQUIPMENT -									
Wire 12 @ Ft. - 3 1/2"(22.9 #/Ft.)									
Cable 12 @ Ft. - 3 1/4"(105.1 #/Ft.)									
Anchors 12 @ 45,000 # ea.									
Chain connector links.									
Mooring pull down (C 21)									
OPERATING LIQUIDS (TRANSIT) (B 21)									
OPERATIONAL LIGHTWEIGHT									

	LOADING TABLE 2A BULK AND SACK STORAGE											
MAXIMUM CAPACITY L. TONS.	ITEM		ACTUAL WEIGHT L. TONS		VCG FT.	VERTICAL MOMENT LT X FT	LCG FT.	LONGL. MOMENT LT. X FT. +AFT	LONGL. MOMENT LT. X FT. -FWD	TCG FT.	TRANS. MOMENT LT. X FT. -PORT	TRANS. MOMENT LT. X FT. +STBD
a 34.4	Bulk Tank #1	820 cu.ft.			142.39		-100.92	-		-15.52		-
a 34.4	Bulk Tank #2	820 " "			142.39		- 90.85	-		-15.52		-
a 34.4	Bulk Tank #3	820 " "			142.39		-100.92	-		+ 0.59	-	
a 34.4	Bult Tank #4	820 " "			142.39		- 90.85	-		+ 0.59	-	
a 34.4	Bulk Tank #5	820 " "			142.39		- 80.74	-		+ 0.59	-	
a 34.4	Bulk Tank #6	820 " "			142.39		- 70.67	-		+ 0.59	-	
a 34.4	Bulk Tank #7	820 " "			142.39		-100.92	-		+16.67	-	
a 34.4	Bulk Tank #8	820 " "			142.39		- 90.85	-		+16.67	-	
a 34.4	Bulk Tank #9	820 " "			142.39		- 80.74	-		+16.67	-	
a 34.4	Bulk Tank #10	820 " "			142.39		- 70.67	-		+16.67	-	
a 9.2	Surge Tank for Cement	220 " "			143.70		- 73.59	-		-13.65		-
b 113.0	Bulk Tank #11	1,875 " "			77.82		- 35.0	-		-98.5		-
b 113.0	Bulk Tank #12	1,875 " "			77.82		+ 35.0		-	-98.5		-
b 113.0	Bulk Tank #13	1,875 " "			77.82		- 35.0	-		+98.5	-	
b 113.0	Bulk Tank #14	1,875 " "			77.82		+ 35.0		-	+98.5	-	
b 116.0	Bulk Tank #15	1,925 " "			108.63		- 35.0	-		-98.		-
b 116.0	Bulk Tank #16	1,925 " "			108.63		+ 35.0		-	-98.		-
b 116.0	Bulk Tank #17	1,925 " "			108.63		- 35.0	-		+98	-	
191.0	Sack Storage Fwd Outbd				142.		- 97.4	-		-81.0		-
	" " " "							-				-
202.7	" " Fwd Inbd				142.		- 97.4	-		-41.2		-
	" " " "							-				-
202.7	" " Aft Inbd				142.		- 55.2	-		-41.2		-
	" " " "							-				-

a. Cement at 94 lb/cu. ft.
b. Barite at 135 lb/cu.ft.

LOADING TABLE 2B DECK SOLID LOADS

MAX. WEIGHT L. TONS	ITEM	ACTUAL WEIGHT L. TONS	VCG FT.	VERTICAL MOMENT LT X FT	LCG FT.	LONG. MOMENT L.T. X FT. +AFT	LONG. MOMENT L.T. X FT. -FWD	TCG FT.	TRANS. MOMENT L.T. X FT. -PORT	TRANS. MOMENT L.T. X FT. +STBD
	Pipe Rack Aft Port		15 .		+77.0		-	- .		-
888.0							-			-
										-
888.0	Pipe Rack Aft Stbd		155.0		+77.0		-	+ .	-	
							-		-	
892.0	Pipe Rack Ft @ 5" D. Pipe (21#/ft w.TJ)					-				-
	@ 6" Drill Collars					-				-
	@ 8" Drill Collars					-				-
267.0	Set Back		220.3		0	-		+ 8.7	-	
280.0	Rack Area									
	Missile Port									
7.0	Exploration Logging Unit		154.5		+38.0		-	-47.		-
20.0	Store at Mud Return Pit Flat, Shackles, etc		150.0		+19.0			-41.		-
85.0	Diving Equipment		140.0		+19.0		-	+50.	-	
285.7	Riser Tensioner Load (Max 8 @ 80,000#)		169.0		0	-	-	0	-	-
42.9	Guideline Tensioner Load (Max 6 @ 16,000#)		169.0		0	-	-	0	-	-
89.3	18 3/4" Blowout Preventer VETCO 10,000#		140.0		0	-	-	+39.5	-	
20.0	21" Lower Riser Package		138.5		0	-	-	+53.0	-	
9.0	Permanent and Temporary Guide		133.0		0	-	-	+24.0	-	
	Stores Containers (Empty)									
66.0	Drilling Equipment Stores									
120.0	Lower Deck Midship Stbd Store		140.0		0			+82.0	-	
30.0	Lower Deck Fwd. Box Girder Stores		138.0		-35			+20.0	-	
50.0	Lower Deck Aft (Mech., Elec., Spares, Stores)		138.0		+70			+50.0	-	
25.0	Crew, Effects, Provisions		150.0		-55.0	-		+50.0	-	

LOADING TABLE 3- DECK LOADS (LIQUID)

MAX. WEIGHT L. TONS	MAX F.S. MOM. L. TONS X FT. LONGL	MAX F.S. MOM. L. TONS X FT. TRANS	TANK	ACTUAL WEIGHT L. TONS	VCG FT.	VERT. MOMENT L.T.FT.	LCG FT.	LONGL. MOMENT L. TONS X FT +AFT	LONGL. MOMENT L. TONS X FT -FWD	TCG FT.	TRANS MOMENT L. TONS X FT -PORT	TRANS MOMENT L. TONS X FT +STBD	FREE SURF MOM L. TONS X FT LONGL.	FREE SURF MOM L. TONS X FT TRANS
12.2	24	52	Fuel Oil Overflow				+ 35.00		-	+ 62.55	-			
83.4	29	99	Fuel Oil Sett.				+ 35.00		-	+ 46.73	-			
76.1	27	75	Fuel Oil Day Tk. #1				+ 35.00		-	+ 30.00	-			
3.3	4	-	Fuel Oil Day Tk. #2				+ 61.94		-	+ 57.09	-			-
6.7	9	3	Steam Gen. F.O. Tk.				+ 35.00		-	- 50.12		-		
3.2	3	1	Em. Gen. F.O. Tk.				+ 92.52		-	+ 98.36	-			
18.8	36	189	Helicopter F.O. Tk.				- 35.00	-		+ 80.50	-			
16.0	12	5	Lub Oil Storage				+ 35.00		-	+ 58.73	-			
112.0	38	161	Salt Water Tk.				+ 35.00		-	- 71.73		-		
103.9	37	139	Drill Water Tk.				+ 35.00		-	- 90.75		-		
179.7	63	717	Potable Water Tk.				+ 35.00		-	- 38.00		-		
1.9	-	4	Draw Wks Cool Tk.				- 28.90	-		- 33.99		-	-	
1.9	-	-	M/M Cool Tk #1		136.19		+111.94		-	- 75.39		-	-	-
1.9	-	-	M/M Cool Tk #2		136.19		+111.94		-	+ 75.39	-		-	-
1.9	-	-	M/M Cool Tk #3		135.63		-114.31	-		- 87.76		-	-	-
1.9	-	-	M/M Cool Tk #4		136.94		-115.78	-		+108.34	-		-	-
105.6	172	305	Mud Pit #1				- 18.61	-		- 90.76		-		
106.0	174	306	Mud Pit #2				- 4.67	-		- 90.76		-		
106.2	175	306	Mud Pit #3				+ 9.32		-	- 90.76		-		
105.4	171	304	Mud Pit #4				+ 23.27		-	- 90.76		-		
35.3	6	102	Slugging Pit				- 27.90	-		- 90.76		-		
20.7	13	13	Mud Return Pit #1		148.66		+ 14.76		-	- 33.99		-		
20.7	13	13	Mud Return Pit #2		148.66		+ 0.76		-	- 33.99		-		
20.7	13	13	Mud Return Pit #3		148.66		- 1.25	-		- 33.99		-		
20.7	13	13	Mud Return Pit #4		148.66		- 9.25	-		- 33.99		-		
20.7	13	13	Mud Return Pit #5		148.66		- 17.26	-		- 33.99		-		

LOADING TABLE 4 - LOWER HULLS (FUEL, DRILL WATER & COOLING WATER)

MAX WEIGHT	MAX. F.S.MOM. L. TONS X FT.		TANK	ACTUAL WEIGHT	VCG	VERT. MOMENT	LCG	LONGL. MOMENT L. TONS X FT.		TCG	TRANS MOMENT L. TONS X FT.		FREE SURF MOM L. TONS X FT.	
L.TONS	LONGL.	TRANS		L.TONS	FT.	L.T.FT.	FT.	+AFT	-FWD	FT.	-PORT	+STBD	LONGL.	TRANS.
797.9	3903	2598	PT 5 Drill Water				-	-	.	-		-		
797.9	3903	2598	ST 5 Drill Water				-	-		+	-			
787.2	4553	2734	PT 13 Drill Water				+		-	-		-		
787.2	4553	2734	ST 13 Drill Water				+		-	+	-			
667.6	3862	2319	PT 6 Fuel				-	-		-		-		
667.6	3862	2319	ST 6 Fuel				-	-		+	-			
667.6	3862	2319	PT 12 Fuel				+		-	-		-		
667.6	3862	2319	ST 12 Fuel				+		-	+	-			
			Port Stern Tube											
41.6	64	71	Cooling Water	41.6	10.54	438	+192.47	8,007	-	-100.00		-	-	-
			Stbd Stern Tube											
41.6	64	71	Cooling Water	41.6	10.54	438	+192.47	8,007	-	+100.00	-		-	-

LOADING TABLE 5 - LOWER HULLS (BALLAST)

MAX WEIGHT	MAX F.S.MOM. L. TONS FT.		TANK	ACTUAL WEIGHT	VCG	VERT. MOMENT	LCG	LONGL. MOMENT L. TONS FT.		TCG	TRANS MOMENT L. TONS FT.		FREE SURF MOM L. TONS FT.	
L. TONS	LONGL	TRANS		L.TONS	FT.	L.T.FT.	FT.	+AFT	-FWD	FT.	-PORT	+STBD	LONGL.	TRANS.
512.2	755	684	PT 1	.	.		.	-		.		-		
512.2	755	684	ST 1	.	.		.	-		.	-			
959.9	7680	2979	PT 2	.	.		.	-		.		-		
959.9	7680	2979	ST 2	.	.		.	-		.	-			
959.9	7680	2979	PT 3	.	.		.	-		.		-		
959.9	7680	2979	ST 3	.	.		.	-		.	-			
816.6	4001	2663	PT 4	.	.		.	-		.		-		
816.6	4001	2663	ST 4	.	.		.	-		.	-			
807.0	4667	2803	PT 7	.	.		.	-		.		-		
807.0	4667	2803	ST 7	.	.		.	-		.	-			
710.6	3127	2453	PT 8	.	.		.	-		.		-		
710.6	3127	2453	ST 8	.	.		.	-		.	-			
710.7	3127	2453	PT 9	.	.		.	-		.		-		
710.7	3127	2453	ST 9	.	.		.	-		.	-			
710.6	3127	2453	PT 10	.			.		-	.		-		
710.6	3127	2453	ST 10	.	.		.		-	.	-			
710.7	3127	2453	PT 11	.	.		.		-	.		-		
710.7	3127	2453	ST 11	.	.		.		-	.	-			
816.6	4001	2663	PT 14	.	.		.		-	.		-		
816.6	4001	2663	ST 14	.	.		.		-	.	-			
817.9	4001	2663	PT 15	.	.		.		-	.		-		
817.9	4001	2663	ST 15	.	.		.		-	.	-			
347.5	1740	569	PT 16	.	.		132.33		-	.		-		
347.5	1740	569	ST 16	.	.		132.33		-	.	-			

CONDITION	SUMMARY TABLE 6										
ITEMS	WEIGHT LONG TONS	VCG FT.	VERTICAL MOMENT TONS X FT	LCG FT.	LONGL. MOMENT TONS X FT. +AFT	LONGL. MOMENT TONS X FT. -FWD	TCG FT.	TRANS. MOMENT TONS X FT. -PORT	TRANS. MOMENT TONS X FT. +STBD	FREE SURFACE M. TONS X FT. LONGL.	FREE SURFACE M. TONS X FT. TRANS.
CONDITION AT DRAFT											
			L.C.B.								
Operational Lightweight											
Bulk & Sack Storage Table 2A											
Deck Loads (Solid) Table 2B											
Deck Loads (Liquid) Table 3											
Lower Hull (Fuel & D.W.) Table 4											
Total (Excluding Ballast)											
Required Ballast Table 5											
Total Displacement											
		VCG						45° Diag. F.S.,Mom.			

LONGITUDINAL STABILITY	
VCG Vertical Centre of Gravity	. FT
Free Surface Correction $\frac{\text{F.S. Longl.}}{\text{Displacement}}$	. FT
KG_L Vertical Centre of Gravity (Corrected) By Addition	. FT

At Ft. Mean Draft KG_L must not exceed . FT

KM_L Longitudinal Metacentre above Base	. FT
KG_L Vertical Centre of Gravity - After Correction	. FT
GM_L Longitudinal Metacentric Height (Corrected)	. FT

45° DIAGONAL STABILITY	
VCG Vertical Centre of Gravity	. FT
Free Surface Correction $\frac{\text{F.S. Diag.}}{\text{Displacement}}$	. FT
KG_D Vertical Centre of Gravity (Corrected) By Addition	. FT

At Ft. Mean Draft KG_D must not exceed . FT

KM_D Diagonal Metacentre above Base	. FT
KG_D Vertical Centre of Gravity - After Correction	. FT
GM_D Diagonal Metacentric Height (Corrected)	. FT

CONDITION TRANSIT	SUMMARY TABLE 6 A										
ITEMS	WEIGHT LONG TONS	VCG FT.	VERTICAL MOMENT TONS X FT	LCG FT.	LONGL. MOMENT TONS X FT. +AFT	LONGL. MOMENT TONS X FT. -FWD	TCG FT.	TRANS. MOMENT TONS X FT. -PORT	TRANS. MOMENT TONS X FT. +STBD	FREE SURFACE M. TONS X FT. LONGL.	FREE SURFACE M. TONS X FT. TRANS.
CONDITION AT DRAFT											
			L.C.B								
Operational Lightweight											
Bulk & Sack Storage Table 2A											
Deck Loads (Solid) Table 2B											
Deck Loads (Liquid) Table 3											
Ballast Table 5											
Total (EXCL. L. HULL FUEL & DRILL WATER)											
Lower Hull (Fuel & D.W.) Table 4											
Total Displacement											
		VCG									

LONGITUDINAL STABILITY		
VCG (UNCORRECTED)	. FT	[illegible]
FREE SURFACE CORR'N $\frac{\text{L.S. LONG'L MOM.}}{\text{DISPLACEMENT}}$	. FT	Trim in feet between marks
VCG (CORRECTED) KG_L By Addition	. FT	= [illegible]
KG_L At Ft. Mean Draft must not exceed Ft.		Forward Marks from ⊕ =
KM_L Long'l Metacentre above ℄	. FT	Aft Marks from ⊕ =
KG_L As Corrected	. FT	Draft at Mean of Fwd. Marks = Equiv. level draft ± trim x [illegible] = ( ) = ft.
GM_L Long'l Corr'd Metacentric Ht	. FT	Draft at Mean of Aft Marks = Equiv. level draft ± Trim x [illegible] = ( ) = ft.
Trim in degrees ( ) x 57.3 =		

TRANSVERSE STABILITY		
VCG (UNCORRECTED)	. FT	[illegible]
FREE SURFACE CORR'N $\frac{\text{F.S. TRANS. MOM.}}{\text{DISPLACEMENT}}$	. FT	[illegible] = $\frac{(1) \times (3)}{(6)}$
VCG (CORRECTED) KG_T By Addition	. FT	=
KG_T At Ft. Mean Draft must not exceed Ft.		Draft at Port Marks = Equiv. level draft ± [illegible] =
KM_T Trans. Metacentre above ℄	. FT	Draft at Stbd Marks = Equiv. level draft ± [illegible] =
KG_T As Corrected	. FT	
GM_T Trans. Corr'd Metacentric Ht.	. FT	

DONNEES METEOROLOGIQUES APPENDICE E

APPENDICE E

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

1. DÉFINITION DE PARAMÈTRES UTILISÉS DANS LES PRÉVISIONS 255
Télex envoyé par NORDCO Limited à Mobil Oil Canada Limited le 1er septembre, 1982.
Pièce #115.

2. PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES SPÉCIFIQUES 256
du 13 au 15 février, 1982, de NORDCO Limited à Mobil Oil Canada Limited.
Extrait de la pièce #60.

3. GUIDE DES PRÉVISIONS EN MER, NORDCO LIMITED 262
1er janvier, 1980

4. DESCRIPTION DE LA TEMPÊTE DES 14 ET 15 FÉVRIER, 1982 263
Extrait de la section 5.7 du «The Analysis of Weather Conditions experienced by the *Ocean Ranger*, November 1980 to February 15, 1982»
Services de l'environnement atmosphérique, Bedford, Nouvelle-Écosse

5. DONNÉES SUR LES VAGUES ENREGISTRÉES PAR LA *ZAPATA UGLAND* 273
Poste 140, du 14 au 16 février, 1982.
Pièce #119.

6. PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES POUR LES 14 ET 15 FÉVRIER, 1982 274
De la *Zapata Ugland*, la *SEDCO 706*, et l'*Ocean Ranger*
Extrait de la pièce #117.

APPENDICE E-1
Définition des paramètres utilisés dans les prévisions

MOBIL HO SNF 1er SEPT. 82 13h24

NORDCO SNF
1er SEPT. 1982

MESSAGE NO 9028

MOBIL OIL CANADA
ST. JOHN'S

a/s M. HASSEL

OBJET : DÉFINITION DES PARAMÈTRES UTILISÉS DANS LES PRÉVISIONS 173-81

1. DÉFINITIONS DONNÉES EN REPONSE À VOTRE DEMANDE DE CE MATIN. N'HÉSITEZ PAS À ME CONTACTER AU BESOIN.

2. VENT – ANÉMOMÉTRIE

DIRECTION ET VITESSE : VITESSE ET DIRECTION MOYENNES PRÉVUES DES TROIS MOYENNES D'UNE MINUTE RELEVÉES SUR L'ANÉMOMÉTRE DE LA PLATE-FORME, POUR LA PÉRIODE DE VALIDITÉ T ET À T - 3 HEURES ET À T+3 HEURES. LES MOYENNES D'UNE MINUTE SONT CELLES QUI SERONT RELEVÉES PAR L'OBSERVATEUR ET REPORTÉES DANS LES OBSERVATIONS MARITIMES DE TROIS HEURES.

VITESSE MAXIMALE : LA PLUS FORTE RAFALE DE VENT PRÉVUE SUR L'ANÉMOMÉTRE DE LA PLATE-FORME ENTRE T-3 HEURES ET T + 3 HEURES.

3. MER DU VENT

HAUTEUR SIGNIFICATIVE : HAUTEUR MOYENNE PRÉVUE DU TIERS SUPÉRIEUR DES VAGUES CAUSÉES PAR LE VENT SOUFFLANT À LA SURFACE DE L'EAU DANS LES ENVIRONS DE LA PLATE-FORME DURANT LA PÉRIODE D'OBSERVATION.

HAUTEUR MAXIMALE : MÊME DÉFINITION, SAUF QU'IL S'AGIT DE LA HAUTEUR MOYENNE DU CENTIÈME SUPÉRIEUR DES VAGUES.

PÉRIODE : INTERVALLE DE TEMPS ENTRE LE PASSAGE DE DEUX CRÊTES SUCCESSIVES AU MÊME POINT.

4. HOULE

DIRECTION : DIRECTION D'OÙ VIENT LE TRAIN DE HOULE DOMINANT.

HAUTEUR : HAUTEUR MOYENNE PRÉVUE DU TIERS SUPÉRIEUR DES VAGUES DANS LE TRAIN DE HOULE

PÉRIODE : INTERVALLE DE TEMPS ENTRE LE PASSAGE DE DEUX CRÊTES SUCCESSIVES DANS LE TRAIN DE HOULE

5. MER COMBINÉE

HAUTEUR SIGNIFICATIVE : SORT ((HAUTEUR SIGNIFICATIVE DES VAGUES) **2+ (HAUTEUR DE LA HOULE) **2) D'APRÈS LES DÉFINITIONS SUSMENTIONNÉES

HAUTEUR MAXIMALE : SORT ((HAUTEUR MAXIMALE DES VAGUES) **2+ (HAUTEUR MAXIMALE DE LA HOULE) **2) OÙ LA HAUTEUR MAXIMALE DES VAGUES EST CELLE DÉFINIE PLUS HAUT ET LA HAUTEUR MAXIMALE DE LA HOULE CORRESPOND À LA HAUTEUR MOYENNE DU CENTIÈME SUPÉRIEUR DES VAGUES DU TRAIN DE HOULE.

SORT (X) = RACINE CARRÉE DE X
X**N = X À LA PUISSANCE N

UNE COPIE DACTYLOGRAPHIÉE DE CE MESSAGE VOUS SERA TRANSMISE LE PLUS TÔT POSSIBLE.

M. HEWSON
MOBIL HO SNF
NORDCO SNF

APPENDICE E-2

Prévisions météorologiques spécifiques

(Une clé des termes anglais se trouve à la fin de l'Appendice E-2)

4095
MOBIL RDO SNF
NORDCO WX SNF
HEURE D'ÉMISSION 13/0500Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SECDO 706 ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 01H30 HNT LE SAMEDI 13 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 20H30 HNT DIMANCHE AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS PROCHAINS JOURS

AVERTISSEMENT DE COUPS DE VENT REMPLACÉ PAR UN AVERTISSEMENT DE TEMPÊTE AVERTISSEMENT D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

VALID TIME	13/12Z	13/18Z	14/00Z	14/06Z	14/12Z	14/18Z	15/00Z
NST	0830	1430	2030	0230	0830	1430	2030
WIND							
DIRECTION	300	280	VRBL	140	110	180	360
SPEED	35	25	10	20	35	50	45
MAX SPEED	45	30	15	30	45	60	55
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	10	7	2	5	8	14	8
MAX HEIGHT	17	12	3	9	14	24	14
PERIOD	7	6	3	5	6	8	6
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	330	280	270	140	140	180
HEIGHT		5	4	4	5	6	10
PERIOD		8	8	9	8	9	10
SKY	BKN/OVC		BKN/SCT	OVC	OVC	OVC/OBSCD	
AIR TEMP.	-5	-4	-2	-1	0	+3	+2
VSBY	6+ OCNL	5	6+	6+	4	1-2 OCNL	1/4
WEATHER	FEW SW -		NIL	NIL	MIST	RW F	

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 00Z LUNDI JUSQU'À 24Z MERCREDI

LUNDI VENTS NORD-OUEST 40-50 VISIBILITÉ MAUVAISE/BONNE MCM 22 PI
MARDI VENTS NORD-OUEST DEVENANT OUEST 20 VISIBILITÉ BONNE MCM 18 PI
MERCREDI VENTS SUD-OUEST 30 DEVENANT NORD-OUEST 35 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 14 PI

SITUATION GÉNÉRALE

LES COUPS DE VENT DU NORD-OUEST QUI SOUFFLENT CE MATIN DEVRAIENT FAIRE PLACE À DES VENTS FORTS CET APRÈS-MIDI ET À DES VENTS FAIBLES CE SOIR À MESURE QU'UN CENTRE ANTICYCLONIQUE S'APPROCHERA DE LA ZONE DE FORAGE DE MOBIL OIL

DIMANCHE, UN PROFOND CENTRE DÉPRESSIONNAIRE DEVRAIT PÉNÉTRER DANS LA RÉGION. UN AVERTISSEMENT DE TEMPÊTE EST DONC EN VIGUEUR. LA DÉPRESSION SE TROUVE ACTUELLEMENT AU SUD DU CAP HATTERAS

PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES À 13/1100Z

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTIONS EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN
MOBIL RDO SNF
NORDCO WX SNF
3216

HEURE D'ÉMISSION 13/1100Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706 ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 07H30 HNT LE SAMEDI 13 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 20H30 HNT DIMANCHE AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENT D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR 594

VALID TIME	13/12Z	13/18Z	14/00Z	14/06Z	14/12Z	14/18Z	15/00Z
NST	0830	1430	2030	0230	0830	1430	2030
WIND							
DIRECTION	300	280	VRBL	140	110	180	360
SPEED	35	25	10	30	45	50	45
MAX SPEED	45	30	15	40	55	60	55
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	10	7	2	7	12	14	8
MAX HEIGHT	17	12	3	12	20	24	14
PERIOD	7	6	3	6	8	8	6
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	330	280	270	140	140	180
HEIGHT		5	4	4	5	6	10
PERIOD		8	8	9	8	9	10
SKY	BKN/OVC		BKN/SCT	OVC	OVC	OVC/OBSCD	
AIR TEMP	-5	-4	-2	-1	0	+3	+2
VSBY	6+ OCNL	5	6+	6+	4	1-2 OCNL	1/4
WEATHER	FEW SW -		NIL	NIL	MIST	RW F	

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 00Z LUNDI JUSQU'À 24Z MERCREDI

LUNDI VENTS NORD-OUEST 40-50 VISIBILITÉ MAUVAISE/BONNE MCM 25 PI
MARDI VENTS NORD-OUEST 30 DEVENANT OUEST 20 VISIBILITÉ BONNE MCM 18 PI
MERCREDI VENTS SUD-OUEST 30 DEVENANT NORD-OUEST 35 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 14 PI

SITUATION GÉNÉRALE

LES COUPS DE VENT DU NORD-OUEST QUI SOUFFLENT CE MATIN DEVRAIENT FAIRE PLACE À DES VENTS FORTS CET APRÈS-MIDI ET À DES VENTS FAIBLES CE SOIR À MESURE QU'UN ANTICYCLONE S'APPROCHERA DE LA ZONE DE FORAGE DE MOBIL OIL

DIMANCHE, UN PROFOND CENTRE DÉPRESSIONNAIRE DEVRAIT PÉNÉTRER DANS LA RÉGION. UN AVERTISSEMENT DE TEMPÊTE EST DONC EN VIGUEUR. LA DÉPRESSION SE TROUVE ACTUELLEMENT À ENVIRON 200 MILLES MARINS À L'EST DU CAP HATTERAS

503 3/5 4307)-4 0943 -'5 28)) 3 8''73
MOBIL RDO SNF

CORRECTION AJOUTER DANS LES AVERTISSEMENTS AVERTISSEMENT DE TEMPÊTE EMBRUNS VERGLAÇANTS
DERNIÈRE LIGNE PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES À 13/1700Z

MOBIL RDO SNF

NORDCO WX SNF

HEURE D'ÉMISSION 13/2300Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706 ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 19H30 HNT LE SAMEDI 13 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 08H30 HNT LUNDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENT DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS EN VIGUEUR

VALID TIME	14/00Z	14/06Z	14/12Z	14/16Z	15/00Z	15/06Z	15/12Z
NST	2030	0230	0830	1430	2030	0230	0830
WIND AT ANEMOMETER							
DIRECTION	180	140	110	230	270	320	320
SPEED	10	35	50	55	45	60	45
MAX SPEED	15	45	65	70	55	75	55
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	2	6	11	13	17	22	26
MAX HEIGHT	3	10	19	22	29	39	35
PERIOD	4	5	8	9	9	10	9
SWELL							
DIRECTION	300	300	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
HEIGHT	12	7					
PERIOD	9	10					
SKY	OVC	OVC	OBSCD OCNL OVC		OVC	OVC OCNL	OBSCD
AIR TEMP	-6	-3	-1	+6	0	-3	-6
VSBY	6+	6+	1-2 OCNL 1/8		1-5	1-5 OCNL	3/8-1
WEATHER	NIL	NIL	8-/8 CHNGNG TO R-/R OCNL R+ TRW AFTER 15Z MIST, FOG PTCHE		SW-	SW-/ SW	SW-/ SW
	OCNL LGT FRZG SPRAY					FRZG SPRAY	

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 12Z LUNDI JUSQU'À 24Z MERCREDI

LUNDI VENTS NORD-OUEST 30-40. VISIBILITÉ PASSABLE. MCM 25 PI
MARDI VENTS 25 DEVENANT NORD 20. VISIBILITÉ BONNE. MCM 18 PI
MERCREDI VENTS SUD-OUEST 30 DEVENANT NORD-OUEST 35. VISIBILITÉ PASSABLE. MCM 15 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UNE CELLULE ANTICYCLONIQUE QUI PASSERA SUR LES GRANDS BANCS CE SOIR APPORTERA DES VENTS FAIBLES ET VARIABLES. UN CENTRE DE COUPS DE VENT D'ENVIRON 987MB PRÈS DE 39N 66W, QUI PROGRESSE VERS LE NORD-EST À 40 NŒUDS, DEVRAIT SE TRANSFORMER EN CENTRE DE TEMPÊTE CETTE NUIT ET PASSER ENTRE ST. JOHN'S ET LA ZONE DE FORAGE VERS MIDI DIMANCHE POUR CONTINUER SA ROUTE AU-DESSUS DE L'ATLANTIQUE. DES VENTS DU SUD-EST ATTEIGNANT L'INTENSITÉ DU COUP DE VENT DEVRAIENT SE PROPAGER À LA ZONE DE FORAGE VERS 14/06Z OU PEU APRÈS PUIS ATTEINDRE L'INTENSITÉ DE LA TEMPÊTE APRÈS L'AUBE. LE FRONT CHAUD QUI S'ÉTEND DU CENTRE VERS L'EST DEVRAIT PASSER SUR LA RÉGION VERS MIDI ET LA NEIGE SE CHANGERA EN PLUIE. UN FRONT FROID QUI SE DÉPLACE VERS LE SUD À PARTIR DU CENTRE DE LA TEMPÊTE BALAIERA LA RÉGION EN FIN D'APRÈS-MIDI ET SERA ACCOMPAGNÉ DE VENTS D'OUEST À NORD-OUEST VARIANT DE L'INTENSITÉ DU COUP DE VENT À LA TEMPÊTE, DE FORTES VAGUES, D'AVERSES DE NEIGE ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS DANS LA NUIT DE DIMANCHE À LUNDI.

PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES À 14/0600Z

FIN

NORDCO WX SNF

NORDCO WX SNF

HEURE D'ÉMISSION 14/0600Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706 ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 01H30 HNT LE DIMANCHE 14 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 20H30 HNT LUNDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS EN VIGUEUR

VALID TIME	14/12Z	14/16Z	15/00Z	15/06Z	15/12Z	15/16Z	16/00Z
NST	0830	1430	2030	0230	0830	1430	2030
WIND							
DIRECTION	140	230	270	300	320	310	300
SPEED	45	55	45	65	50	45	25
MAX SPEED	55	70	55	80	65	50	35
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	6	12	14	20	25	22	14
MAX HEIGHT	10	20	24	34	43	37	24
PERIOD	5	7	8	10	11	10	8
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	180	140	NIL	NIL	NIL	010
HEIGHT		6	7				10
PERIOD		7	8				10
SKY	OBSCD/OVC		OVC	OVC OCNL	OBSCD	OVC/BKN	
AIR TEMP	-1	+6	0	-3	-4	-5	-6
VSBY	1-2 OCNL	1/8	1-5	1-5 OCNL	1/2	6+ OCNL	4
WEATHER	S-F	RW,F RSK TRW	RW-/SW-	SW-F	OCNL	SW-F OCNL	SW-

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 00Z LUNDI JUSQU'À 24Z MERCREDI

LUNDI VENTS NORD-OUEST 30 DEVENANT SUD-EST 20. VISIBILITÉ BONNE. MCM 25 PI
MARDI VENTS SUD-OUEST 20-30. VISIBILITÉ BONNE/PASSABLE. MCM 18 PI
MERCREDI VENTS SUD-OUEST NORD-OUEST 20-30. VISIBILITÉ BONNE. MCM 15 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UN PROFOND CENTRE DE TEMPÊTE DE 987 MB SITUÉ PRÈS DE 40N 65W À 14/0000Z PROGRESSE VERS LE NORD-EST À 40 NŒUDS ET DEVRAIT PASSER ENTRE ST. JOHN'S ET LA ZONE DE FORAGE VERS 14/1800Z.

LES VENTS FAIBLES DU SUD QUI SOUFFLAIENT À 14/0300Z SUR LES PLATES-FORMES DE FORAGE DE MOBIL OIL DEVRAIENT ATTEINDRE L'INTENSITÉ DU COUP DE VENT VERS 14/1200Z. DES AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS SONT EN VIGUEUR.

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTIONS EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS.

FIN

MOBIL RDO SNF

NORDCO WX SNF

3216

3216

MOBIL DCK SNF

HEURE D'ÉMISSION 14/1100Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706 ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA A 07H30 HNT LE DIMANCHE 14 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 20H30 HNT LUNDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS EN VIGUEUR

VALID TIME	14/12Z	14/18Z	15/00Z	15/06Z	15/12Z	15/18Z	16/00Z
NST	0830	1430	2030	0230	0830	1430	2030
WIND							
DIRECTION	140	150	300	280	270	310	300
SPEED	60	65	45	40	35	30	25
MAX SPEED	80	90	55	50	45	40	35
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	14	22	14	16	18	20	14
MAX HEIGHT	24	37	24	27	31	34	24
PERIOD	8	10	8	9	9	10	8
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	140	180	360	300	NIL	010
HEIGHT		10	16	10	10		10
PERIOD		9	10	10	10		10
SKY	OBSCD/OVC		OVC	OVC OCNL	OBSCD	OVC/BKN	
AIR TEMP	-1	+6	0	-3	-4	-5	-6
VSBY	1-2 OCNL	1/8	1-6	1-6 OCNL	1/2	6+ OCNL	4
WEATHER	S-F	RW-F	RW-/SW-RW TRW	SW-F	OCNL SW-F	OCNL SW	

APERÇU VALIDE A PARTIR DE 00Z LUNDI JUSQU'À 24Z MERCREDI

LUNDI VENTS NORD-OUEST 30 DEVENANT SUD-EST 20 VISIBILITÉ BONNE MCM 25 PI
MARDI VENTS SUD-OUEST 20-30 VISIBILITÉ BONNE/PASSABLE MCM 18 PI
MERCREDI VENTS SUD-OUEST NORD-OUEST 20-30 VISIBILITÉ BONNE MCM 15 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UN CENTRE DÉPRESSIONNAIRE DE 960MB SE TROUVAIT A 44 5N 58 8W À 14/0900Z IL SE DÉPLACE VERS LE NORD-EST À 40 NŒUDS ET DEVRAIT SE SITUER A 46N 57W ET À 49 5N 53W RESPECTIVEMENT A 14/1200Z ET A 14/1800Z LE CENTRE DÉPRESSIONNAIRE SE DIRIGE PLUS AU NORD QUE PRÉVU, MAIS SON CREUSEMENT PRONONCÉ CAUSERA DES VENTS PLUE FORTS ET DES VAGUES PLUS HAUTES PLUS TÔT QUE PRÉVU PRÉCÉDEMMENT

UN FRONT FROID ASSOCIÉ À CETTE DÉPRESSION DEVRAIT PASSER AU-DESSUS DES PLATES-FORMES DE FORAGE PEU APRÈS 14/1800Z

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTIONS EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN

NORDCO WX SNF

MOBIL DCK SNF

HEURE D'ÉMISSION 14/1700Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES SEDCO 706, ZAPATA UGLAND ET OCEAN RANGER ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL À 13H30 HNT LE DIMANCHE 14 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 08H30 HNT MARDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

VALID TIMES	15/00Z	15/06Z	15/12Z	15/18Z	16/00Z	16/06Z	16/12Z
LCL TIMES	2030	0230	0830	1430	2030	0230	0830
WIND AT ANEMOMETER							
DIRECTION	280	310	340	330	330	350	330
SPEED	70	60	55	50	40	30	25
MAX SPEED	90	80	65	65	50	40	35
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	20	23	26	23	15	10	8
MAX HEIGHT	35	40	46	40	26	17	14
PERIOD	10	10	10	10	8	7	6
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	NIL	NIL	330	310	300	300
HEIGHT				16	20	20	15
PERIOD				9	10	9	9
SKY COVER	OVC VRBL OBSCD			OVC	OVC/BKN		BKN
AIR TEMPERATURE	0	-3	-3	-5	-7	-8	-9
VSBY	1-5 VRBL	1/8-1/2	4-6		6 OCNL 3-5		6+
WEATHER	SW-/SW		SW- OCNL SW		OCNL SW-		NIL
	LIGHT TO MODERATE OCCASIONALLY HEAVY FREEZING SPRAY						

APERÇU VALIDE A PARTIR DE 12Z MARDI JUSQU'A 24Z JEUDI

MARDI VENTS NORD-OUEST 25 DEVENANT SUD-EST 20 VISIBILITÉ BONNE VAGUE COMBINÉE MAXIMALE 15
MERCREDI VENTS SUD-OUEST 20-30 VISIBILITÉ PASSABLE VAGUE COMBINÉE MAXIMALE 15
JEUDI VENTS SUD-OUEST NORD-OUEST 20-30 VISIBILITÉ BONNE MER COMBINÉE MAXIMALE 13

SITUATION GÉNÉRALE

UN CENTRE DE TEMPÊTE DE 960 MB AU SUD DE LA PRESQU'ÎLE AVALON A 1200Z PROGRESSERA RAPIDEMENT VERS LE NORD-EST

LE VENTS DE TEMPÊTE DU NORD-OUEST, LA MAUVAISE VISIBILITÉ ET LA MER AGITÉE DEVRAIENT PERSISTER CETTE NUIT. LES VENTS DE TEMPÊTE FERONT PLACE À DES COUPS DE VENT ET LA VISIBILITÉ DEVIENDRA PASSABLE, CE QUI ENTRAÎNERA UNE DIMINUTION DE LA HAUTEUR DES VAGUES VERS MIDI LUNDI

LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES S'AMÉLIORERONT BEAUCOUP À MESURE QU'UNE CRÊTE S'APPROCHERA DE LA ZONE DE FORAGE DANS LA NUIT DE LUNDI À MARDI OU EN DÉBUT DE MATINÉE MARDI

PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES A 14/2300Z

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTIONS EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN

MOBIL RDO SNF

NORDCO WX SNF

4895
MOBIL RDO SNF
NORDCO WX SNF

HEURE D'EMISSION 14/2300Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES SEDCO 706, ZAPATA UGLAND ET OCEAN RANGER ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 19H30 HNT LE DIMANCHE 14 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 08H30 HNT MARDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

VALID TIMES	15/00Z	15/06Z	15/12Z	15/18Z	16/00Z	16/06Z	16/12Z
LCL TIMES	2030	0230	0830	1430	2030	0230	0830
WIND AT ANEMOMETER							
DIRECTION	270	330	330	330	310	260	200
SPEED	75	70	60	50	40	25	35
MAXSPEED	90	80	75	60	50	35	45
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	25	33	30	20	15	6	10
MAX HEIGHT	44	59	54	35	25	10	17
PERIOD	9	10	10	9	8	6	7
SWELL WAVE							
DIRECTION	320	NIL	NIL	NIL	NIL	330	310
HEIGHT	15					16	16
PERIOD	9					9	8
SKY	OBSCD		OVC	OVC	BKN	SCT	BKN/OVC
AIR TEMP	-2	-5	-9	-6	-3	+1	+5
VSBY	2-4 VRBL	1/8-1	6 OCNL 2-4		6	6	2-4
WEATHER	SW / SW		OCNL SW -		NIL	NIL	MIST/R
FREEZING SPRAY	MODERATE TO HEAVY		IGHT TO MODERATE			NIL	NIL

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 12Z MARDI JUSQU'À 24Z JEUDI

MARDI VENTS SUD-EST 30-40 VISIBILITÉ MAUVAISE MCM 16 PI
MERCREDI VENTS NORD-OUEST 30-40 VISIBILITÉ PASSABLE MCM 20 PI
JEUDI VENTS NORD-EST 20-30 VISIBILITÉ MAUVAISE MCM 13 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UN FRONT FROID QUI S'ÉTENDAIT VERS LE SUD LE LONG DE 50 W A PARTIR D'UN CENTRE DÉPRESSIONNAIRE SITUÉ À L'EST DE LA PRESQU'ÎLE AVALON VERS 2000Z PASSERA SUR LES PLATES-FORMES DE FORAGE ENTRE 0100Z ET 0300Z. LES VENTS DE TEMPÊTE DU NORD-OUEST, LA MAUVAISE VISIBILITÉ ET LA MER FORTE PERSISTERONT CETTE NUIT

UNE CRÊTE ANTICYCLONIQUE SITUÉE SUR LE QUÉBEC ATTEINDRA LA ZONE DE FORAGE DANS LA NUIT DE LUNDI À MARDI ET Y MAINTIENDRA DES VENTS FORTS DU SUD-OUEST, UNE BONNE VISIBILITÉ ET DES VAGUES DE 10 À 15 PIEDS DE HAUT FORMÉES SURTOUT DE VAGUES DE HOULE DU NORD-OUEST

UN CREUX À NOYAU CHAUD QUI S'ÉTEND À PARTIR D'UNE DÉPRESSION EN VOIE DE CREUSEMENT JUSQU'AU SUD DU LABRADOR LONGERA LA PARTIE OCCIDENTALE DE TERRE-NEUVE. CE SYSTÈME APPORTERA DES COUPS DE VENT DU SUD-OUEST ET, MARDI MATIN, UNE VISIBILITÉ PASSABLE À MAUVAISE DANS LE BROUILLARD, LA PLUIE ET LES AVERSES. ON PRÉVOIT UNE HAUSSE DES TEMPÉRATURES MARDI

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTION EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN

MOBIL RDO SNF

MOBIL RDO SNF

NORDCO WX SNF

HEURE D'ÉMISSION 15/0500Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706, ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 01H30 HNT LE LUNDI 15 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 20H30 HNT MARDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS EN VIGUEUR

VALID TIME	15/12Z	15/18Z	16/00Z	16/06Z	16/12Z	16/18Z	17/00Z
NST	0830	1430	2030	0230	0830	1430	2030
WIND							
DIRECTION	300	290	280	260	200	150	220
SPEED	58	45	40	25	28	35	35
MAX SPEED	75	55	50	35	38	45	45
SEA WAVE							
SIG HEIGHT	30	20	15	5	6	8	11
MAX HEIGHT	54	34	26	9	5	12	19
PERIOD	10	10	9	5	5	6	7
SWELL WAVE							
DIRECTION	NIL	NIL	NIL	310	310	NIL	NIL
HEIGHT				12	8		
PERIOD				9	9		
SKY	OVC	BKN VRBL OVC	BKN OCNL OVC		OVC	OVC OCNL	OBSCD
AIR TEMP	-8	-7	-6	-6	-4	-2	-2
VSBY	6 OCNL	1-4	6+	6+	6	1-5 OCNL	3/8-1
WEATHER	OCNL SW -		FEW SW -		NIL	S-OCNL S	
FREEZING SPRAY	MODERATE TO HEAVY					LGT TO MDT	

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 0000Z MERCREDI JUSQU'À 2400Z VENDREDI

MERCREDI VENTS NORD-OUEST 30-45 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 20 PI
JEUDI VENTS NORD-OUEST À NORD-EST 20-30 VISIBILITÉ BONNE/PASSABLE MCM 15 PI
VENDREDI VENTS NORD-OUEST 30-40 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 20 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UNE FORTE TEMPÊTE HIVERNALE ESTIMÉE À 953 MB PRÈS DE 50N 49W DEVRAIT CONTINUER À PROGRESSER VERS LE NORD-EST EN DIRECTION DU GROENLAND. DES VENTS DE TEMPÊTE ET DES COUPS DE VENT SOUFFLENT RESPECTIVEMENT JUSQU'À 400 ET 600 MILLES ENVIRON DU CENTRE DE LA TEMPÊTE. LES VENTS DE TEMPÊTE FERONT PROGRESSIVEMENT PLACE À DES COUPS DE VENT CE SOIR SUR LES LIEUX DE FORAGE. LA MER TRÈS GROSSE SE CALMERA LENTEMENT CET APRÈS-MIDI. IL Y AURA DES EMBRUNS VERGLAÇANTS PENDANT TOUTE LA PÉRIODE. UNE CRÊTE PASSERA SUR LES GRANDS BANCS MARDI MATIN. UN CREUX DÉPRESSIONNAIRE SITUÉ À L'ARRIÈRE DE LA CRÊTE ATTEINDRA LA ZONE DE FORAGE MARDI SOIR

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTION EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN

MOBIL RDO SNF

NORDCO WX SNF

HEURE D'EMISSION 15/0730Z

MISE À JOUR DES PRÉVISIONS POUR LA ZONE DE FORAGE DE MOBIL ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 04H00 HNT LE LUNDI 15 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 14H30 HNT AUJOURD'HUI

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

VALID TIME	15/09Z	15/12Z	15/15Z	15/18Z
LCL TIME	0630	0930	1130	1430
WIND AT ANEMOMETER				
DIRECTION	310	320	310	280
SPEED	60	58	53	45
MAX SPEED	78	70	63	55
SEA WAVE				
SIG HEIGHT	30	30	23	20
MAX HEIGHT	54	50	42	35
PERIOD	11	11	10	10
SWELL WAVE		NIL EXPECTED		
SKY	OBSCD	OVC	BKN OCNL	OVC
VSBY	1/2-2	6 OCNL 1-4		6 OCNL 3-5
WEATHER	S - /BW - OCNL SW	OCNL SW -		FEW SW -
FREEZING SPRAY	MODERATE TO HEAVY FREEZING SPRAY			
AIR TEMP	-6	-8	-10	-8

PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES À 15/1100Z

FIN

MOBIL RDO SNF

NORDCO SNF

SEDCO 706 SNF

NORDCO WX SNF

HEURE D'ÉMISSION 15/1030Z

PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES SEDCO 706, ZAPATA UGLAND ET OCEAN RANGER ÉMISES PAR NORDCO LTÉE POUR MOBIL OIL CANADA À 07H00 HNT LE LUNDI 15 FÉVRIER 1982 ET VALIDES JUSQU'À 08H30 HNT MARDI AVEC UN APERÇU POUR LES TROIS JOURS SUIVANTS

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

VALID TIME	15/12Z	15/15Z	15/18Z	15/21Z	16/00Z	16/06Z	16/12Z	16/18Z	17/00Z
NST	0830	1130	1430	1730	2030	0230	0830	1430	2030
WIND									
DIRECTION	290	300	300	300	300	260	210	150	240
SPEED	50	50	48	48	45	25	30	35	35
MAX SPEED	65	65	60	60	55	35	40	45	45
SEA WAVE									
SIG HT	26	26	25	25	23	5	7	8	11
MAX HT	45	48	43	43	39	9	12	12	19
PERIOD	12	12	11	11	11	5	5	6	7
SWELL WAVE									
DIRECTION	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	310	310	310	NIL
HEIGHT						19	16	9	
PERIOD						11	11	10	
SKY	OVC				BKN				OVC OCNL OBSCD
AIR TEMP	-7	-8	-7	-6	-6	-4	-2	-1	+2
VSBY	1-4		6 OCNL 2-5			6+	6	1-5 OCNL 3/8-1	
WEATHER	SW		OCNL SW -			FEW SW -	NIL	S - OCNL S	
FRZG SPRAY	MODERATE TO HEAVY						LGT TO MDT		

APERÇU VALIDE À PARTIR DE 00Z MERCREDI JUSQU'À 24Z VENDREDI
MERCREDI VENTS NORD-OUEST 30-45 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 20 PI
JEUDI VENTS NORD-OUEST À NORD-EST 20-30 VISIBILITÉ BONNE/PASSABLE MCM 15 PI
VENDREDI VENTS NORD-OUEST 30-40 VISIBILITÉ PASSABLE/BONNE MCM 20 PI

SITUATION GÉNÉRALE

UNE INTENSE TEMPÊTE HIVERNALE ESTIMÉE ACTUELLEMENT À 953 MB PRÈS DE 50.5N 45.0W DEVRAIT S'ÉLOIGNER DE LA ZONE DE FORAGE EN DIRECTION DU NORD-EST AUJOURD'HUI. DONC, LES VENTS D'OUEST DE TEMPÊTE SIGNALÉS SUR LES PLATES-FORMES PEU AVANT L'ÉMISSION DES PRÉVISIONS CE MATIN DIMINUERONT LENTEMENT AU COURS DE LA JOURNÉE. LA MER NE SE CALMERA QUE TRÈS LENTEMENT AUJOURD'HUI. LE TEMPS FROID COMBINÉ AUX VENTS PROVOQUERA LA FORMATION D'EMBRUNS VERGLAÇANTS MODÉRÉS À FORTS. LA VISIBILITÉ PASSABLE DANS LA NEIGE OU LES AVERSES DE NEIGE DEVIENDRA GÉNÉRALEMENT BONNE CET APRÈS-MIDI

PROCHAINS PRÉVISIONS À 15/1330Z

VITESSE DU VENT EN NŒUDS, HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS, PÉRIODES EN SECONDES, DIRECTIONS EN DEGRÉS VRAIS, VISIBILITÉ EN MILLES MARINS, TEMPÉRATURES EN DEGRÉS CELSIUS

FIN

MOBIL RDO SNF

NORDCO SNF

4684
SEDCO 706 SNF
NORDCO NX SNF
HEURE D'ÉMISSION 15/1330 Z

MISE À JOUR DES PRÉVISIONS POUR LES PLATES-FORMES OCEAN RANGER, SEDCO 706, ET ZAPATA UGLAND ÉMISES PAR NORDCO LIMITÉE À ST JOHN's À 09H30 HNT LE LUNDI 15 FÉVRIER 1982

AVERTISSEMENTS DE TEMPÊTE, DE VAGUES ET D'EMBRUNS VERGLAÇANTS ENCORE EN VIGUEUR

RAISON POUR LA MISE À JOUR

1200Z PHOTO DE SATELLITE MONTRE LE CENTRE DE LA TEMPÊTE SITUÉ PRÈS DE 50 SN 43.5W ET SE DÉPLAÇANT VERS L'EST NORD-EST À ENVIRON 17 NŒUDS UN COUVERT APPROFONDI S'ÉTEND SANS INTERRUPTION DU CENTRE DÉPRESSIONNAIRE VERS L'OEUST JUSQU'À LA CÔTE EST DE TERRE NEUVE ET LONGE LA PRESQU'ÎLE AVALON PEU DE CHANGEMENTS DES PRÉVISIONS DE 1030Z SONT ATTENDUS À CETTE HEURE

VALID TIME	15/15Z	15/18Z	15/21Z	16/00Z
WIND				
DIRECTION	300	300	300	300
SPEED	50	48	44	42
MAX SPEED	66	60	55	55
SEA WAVE				
SIG HEIGHT	28	27	26	24
MAX HEIGHT	50	49	47	43
PERIOD	12	12	12	12
SKY	OVC VRBL OBSCD			
AIR TEMP.	-7	-7	-8	-8
VSBY	½ VRBL	3		
WEATHER	S – /S FOG CHNG SW – /SW			

EMBRUNS VERGLAÇANTS FORTS

PROCHAINES PRÉVISIONS RÉGULIÈRES ÉMISES À 15/1700Z

FIN
SEDCO 706 SNF

NORDCO NX SNF

MOBIL RDO SNF

NORDCO NX SNF

AJOUTER À LA MISE À JOUR DES PRÉVISIONS ÉMISES À 15/1330Z

VALID TIME	15/15Z	15/18Z	15/21Z	16/00Z
SEA WAVE				
SIG HEIGHT	29	27	26	24
MAX HEIGHT	50	49	47	43
PERIOD	12	12	12	12

FIN
NORDCO NX SNF

CLÉ DES TERMES ANGLAIS

VALID TIME – PÉRIODE DE VALIDITÉ
LCL TIME – HEURE LOCALE
NST – HEURE NORMALE DE TERRE-NEUVE (HNT)

WIND – VENTS
DIRECTION – DIRECTION
SPEED – VITESSE
MAX SPEED – VITESSE MAX

SEA WAVE – MER DU VENT
SIG. HEIGHT – HAUTEUR SIGN
MAX. HEIGHT – HAUTEUR MAX
PERIOD – PÉRIODE

SWELL WAVE – HOULE
DIRECTION – DIRECTION
HEIGHT – HAUTEUR
PERIOD – PÉRIODE

SKY – ÉTAT DU CIEL
VSBY – VISIBILITÉ
AIR TEMPERATURE – TEMPÉRATURE DE L'AIR
WEATHER – CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUE

MCM – MER COMBINÉE MAXIMALE

MB – MILLEBAR

APPENDICE E-3
Guide des prévisions en mer
NORDCO Limited

1er janvier 1980

GÉNÉRALITÉS

DIRECTION DES VENTS EN DEGRÉS VRAIS
VITESSE DES VENTS EN NŒUDS
VITESSE DE DÉPLACEMENT DES SYSTÈMES EN NŒUDS
HAUTEUR DES VAGUES EN PIEDS
PÉRIODE DES VAGUES EN SECONDES
TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CELSIUS
VISIBILITÉ EN MILLES MARINS

CRITÈRES DES VENTS

LÉGERS – VITESSE DE 0 À 11 NŒUDS
MODÉRÉS – DE 12 À 19 NŒUDS
FORTS – DE 20 À 34 NŒUDS
COUPS DE VENT – DE 35 À 47 NŒUDS
TEMPÊTE – 48 NŒUDS ET PLUS

REMARQUE : DES AVIS DE COUPS DE VENT ET DE TEMPÊTE SONT ÉMIS LORSQUE DES VENTS MOYENS SONT PRÉVUS DANS LES CATÉGORIES APPROPRIÉES.

CRITÈRES DE VISIBILITÉ

FAIBLE – DE 0 À 1 MILLE
PASSABLE – PLUS D'UN MILLE, MAIS MOINS DE 6 MILLES
BONNE – 6 MILLES ET PLUS

GIVRAGE DÛ AUX EMBRUNS VERGLAÇANTS

LÉGER – DE 1 À 3 CM PAR 24 HEURES.
MODÉRÉ – DE 4 À 6 CM PAR 24 HEURES. (AVIS ÉMIS)
FORT – DE 7 À 14 CM PAR 24 HEURES.
TRÈS FORT – 15 CM OU PLUS PAR 24 HEURES.

ABRÉVIATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

R – PLUIE
RW – AVERSE(S) DE PLUIE
TRW – ORAGE(S)
S – NEIGE
SW – AVERSE(S) DE NEIGE
L – BRUINE
ZR – PLUIE VERGLAÇANTE
ZL – BRUINE VERGLAÇANTE
IP – GRÉSIL
IPW – AVERSE(S) DE GRÉSIL
SP – GRANULES DE NEIGE
A – GRÊLE
M – BRUME
F – BROUILLARD
H – BRUME SÈCHE

QUALIFICATIFS DES PRÉCIPITATIONS

(-) LÉGÈRES
( ) MODÉRÉES
(+) FORTES

TERMES DE NÉBULOSITÉ DU CIEL

CLR – CLAIR	Condition du ciel lorsqu'il n'y a aucun nuage ou facteur d'obscurcissement.
-X - PARTIELLEMENT OBSCURCI	Couche en surface avec une opacité cumulative d'au moins 1/10, mais moins de 10/10.
X – OBSCURCI	Couche en surface avec une opacité cumulative de 10/10
SCT - NÉBULOSITÉ DISPERSÉE	Couche haute avec une étendue cumulative de 5/10 ou moins.
BKN – DÉGAGÉ	Couche haute avec une étendue cumulative de 6/10 à 9/10 inclusivement.
OVC – COUVERT	Couche haute avec une étendue cumulative de 10/10.

INTERPRÉTATION DES PRÉVISIONS

Les prévisions portent sur la période quotidienne de 6 à 12 heures pendant laquelle les vents devraient être les plus forts; on établit ensuite pour cette période les paramètres suivants : la direction et la vitesse moyenne des vents, la visibilité dominante et l'état de la mer.

APPENDICE E-4
Description de la tempête des 14 et 15 février 1982

Sur la carte de surface du Centre météorologique de l'Atlantique, à Bedford en Nouvelle-Écosse, cette tempête a d'abord été identifiée le 12 février comme étant une faible perturbation dans le golfe du Mexique. La perturbation s'est déplacée au large de la côte de la Géorgie et a pris de l'ampleur à mesure qu'elle se déplaçait vers le nord suivant une trajectoire illustrée à la figure 1. À 0000Z[1] le 14 février, la dépression était arrivée à quelque 210 milles marins au sud de Halifax. Elle a alors commencé à s'intensifier rapidement et à se déplacer en direction de la péninsule d'Avalon à la vitesse de 35 nœuds, passant près de St. John's (Terre-Neuve) à 1800Z. Elle a ensuite continué à se déplacer vers le nord-est en présentant peu ou pas de creusement. À 0000Z le 15 février, la dépression se situait à quelque 180 milles marins au nord-est de St. John's. Les cartes d'analyse en surface (Figures 2-7) illustrent le déplacement de cette zone de basse pression de 0000Z le 13 février à 1200Z le 15 février 1982.

Les vents qui accompagnaient la tempête ont commencé à toucher le secteur du champ Hibernia vers 0600Z le 14 février. Ils ont continué à souffler du sud-est à une vélocité de 30 à 50 nœuds jusqu'à 1600Z le 14, moment où ils se sont mis à souffler du sud-ouest et à s'intensifier. Les vents les plus forts signalés par les plates-formes de forage du champ Hibernia ont été ceux qui soufflaient du sud-ouest entre 1600Z le 14 et 0600Z le 15 environ. À ce moment, la dépression passait au nord-ouest du lieu de forage. Un vent maximum de 78 nœuds, avec rafales atteignant 91 nœuds, a été signalé par la *SEDCO 706*, située à quelque dix milles marins au nord-est de l'*Ocean Ranger*.

À mesure que la dépression se déplaçait vers le nord-est dans l'Atlantique nord, les vents ont viré à l'ouest ou au nord-ouest et diminué légèrement. Les coups de vent de l'ouest ont persisté dans la région jusque vers 0900Z le 16 février.

L'état de la mer observé à l'occasion de cette tempête se caractérisait par les chiffres les plus élevés à avoir été enregistrés par l'*Ocean Ranger* depuis que celle-ci transmettait des rapports en provenance des eaux de Terre-Neuve, soit depuis novembre 1980. Les vagues ont atteint une hauteur maximale de dix mètres et ont été associées à une houle de sept mètres. Ces chiffres ont été signalés à 0300Z le 15, dans le dernier rapport en provenance de la plate-forme de forage.

On trouvera une analyse météorologique plus détaillée du cycle d'évolution et de la dynamique de cette tempête dans la partie intitulée: «Analyse détaillée de la tempête des 14 et 15 février 1982.»

TRAJECTOIRES DES TEMPÊTES MAJEURES ET RÉSUMÉ

Les trajectoires des zones majeures de basse pression dans le voisinage de l'*Ocean Ranger* et de la tempête au cours de laquelle elle a coulé sont illustrées à la figure 1. Ces tempêtes ont toutes produit des vents qui soufflaient à plus de 55 nœuds dans le secteur de l'*Ocean Ranger*. La durée des vents forts ainsi que les vents maximums et l'état de la mer signalés dans les observations synoptiques et synoptiques intermédiaires faites à bord de l'*Ocean Ranger* durant ces tempêtes majeures sont résumés au Tableau 1. La dernière colonne donne la hauteur de vague maximale combinée relevée à la faveur de ces observations météorologiques. Il convient de noter que les hauteurs de vagues combinées sont fonctions de facteurs autres que la seule vitesse du vent: durée du vent, fetch, houle attribuable à des tempêtes éloignées et profondeur de l'eau. Ainsi, dans la plupart des cas, il n'existe pas de corrélation de un à un entre la vitesse du vent et la hauteur de vague. À l'exception de la tempête de septembre (Tempête nº 3), toutes ces tempêtes se sont produites au cours des mois d'hiver, soit décembre, janvier et février, époque de l'année qui présente le plus grand contraste thermique nord-sud dans l'atmosphère et où, par conséquent, l'activité cyclonique extra-tropicale est habituellement la plus intense. En règle générale, les tempêtes se déplaçaient suivant un axe nord-est par rapport à leur point d'origine, sur le continent ou dans les eaux chaudes du Gulf Stream.

Outre huit cyclones, il existe de nombreux exemples, puisés dans les années passées, de perturbations intenses, de vents forts et de grosses mers dans le secteur des Grands bancs (l'ouragan GEORGES du 8 septembre 1980, par exemple). On a consulté les archives marines pour retrouver des relevés concernant une zone restreinte dont le centre se situait par 46,8N 48,8W et faisant état de vents soufflant à plus de 63 nœuds dans le secteur Hibernia. Ces exemples sont énumérés au Tableau 5. L'examen des trajectoires de tempêtes (Figure 1) et des données du Tableau 2 permet de déduire que la tempête des 14 et 15 février 1982 n'était pas un cas exceptionnel dans cette région du monde.

La tempête des 14 et 15 février 1982 sur les Grands bancs a été dure. Mais si l'on en juge d'après les données sur les trajectoires des tempêtes (Figure 1), sur les vents extrêmes (Tableaux 1 et 4) et d'autres données disponibles, cette tempête était un exemple typique des dures tempêtes hivernales que connaissent les Grands bancs. Tout porte à croire que des tempêtes semblables se sont déjà produites dans le passé et se produiront sans doute dans l'avenir.

DESCRIPTION DE LA TEMPÊTE DE L'*OCEAN RANGER*

ANALYSE DÉTAILLÉE DE LA TEMPÊTE DES 14 ET 15 FÉVRIER 1982

La tempête qui a soufflé en ouragan dans la région des Grands bancs au large de Terre-Neuve les 14 et 15 février a d'abord été analysée par les météorologues du Centre météorologique de l'Atlantique (Service de l'environnement atmosphérique) et du Bureau météorologique de Terre-Neuve alors qu'elle en était au stade d'une faible perturbation dans le golfe du Mexique le 12 février. Cette faible perturbation s'est déplacée au large de la côte sud de la Géorgie ce soir-là. Une zone de faible advection de tourbillon positive (ATP)[2] se trouvait juste au nord-ouest du centre de la dépression. L'advection d'air froid à basse altitude derrière la perturbation, une composante des vents de 500 millibars (mb) qui croise les isophypses et la position favorable de la dépression par rapport à un puissant courant-jet de 250 mb laissaient prévoir que la perturbation prendrait de l'ampleur.

À 1200Z le 13 février, la dépression s'était creusée à 1002 mb. À ce moment, le creux d'ondes courtes à 500 mb avait adopté une orientation du nord-ouest au sud-est quelque quatre degrés de latitude derrière la dépression en surface, la partie sud-est de l'ATP se trouvant alors au-dessus de la position de la dépression en surface. La crête d'épaisseur de 1000 à 500 mb a commencé à s'amplifier et a s'installer à mi-chemin entre le creux à 500 mb et la crête. Un courant-jet maximum[3] de 150 nœuds s'était développé à l'est de Boston et la dépression en surface était située sous un courant ouest-sud-ouest de 120 nœuds dans la région d'entrée droite de l'axe du courant-jet.

À 0000Z le 14 février, la pression au centre de la dépression était de 984 mb et le système s'était déplacé à 210 milles marins au sud de Halifax. À 1200Z le 14, la dépression se trouvait juste au sud de Saint-Pierre et Miquelon. La dépression s'était déplacée vers le côté nord de l'axe du courant-jet et le creux à 500 mb commençait à se fermer. La crête d'épaisseur se trouvait juste à l'est du creux à 500 mb et avait atteint son amplitude maximale. Après, la crête thermique s'est occlusée à partir de la dépression. Celle-ci a continué à se creuser durant les six heures suivantes environ, phénomène attribuable presque exclusivement à des chutes des hauteurs de 500 mb.

À 1800Z le 14 février, la dépression se trouvait près de St. John's. À ce moment, la pression au centre était d'environ 954 mb. À toutes fins utiles, il s'agissait là du stade maximal d'évolution de la dépression. Elle s'est ensuite déplacée vers le nord-est à une vitesse de 25 à 30 nœuds en présentant peu de creusement ou de comblement.

La succession détaillée des événements météorologiques qu'ont connus les trois installations du champ Hibernia les 14 et 15 février est présentée sous forme de graphiques dans les Figures 8 à 13. Les données ayant permis de tracer ces courbes ont été extraites d'observations météorologiques codées reçues au Bureau météorologique de Terre-Neuve et d'observations consignées dans les journaux de la *SEDCO 706* et de la *Zapata Ugland*.

Un système frontal qui s'occluait à partir de la dépression au sud de la Nouvelle-Écosse s'est déplacé dans une direction est-nord-est plus rapidement que la dépression elle-même. Un creux d'air chaud en altitude (trowal) s'étirant vers le nord à partir de l'onde frontale est passé au-dessus de l'*Ocean Ranger* entre 1500Z et 1600Z. À ce moment (Figure 9), les vents du sud-est ont graduellement tourné du sud à l'ouest à mesure que la dépression progressait vers le nord-est. Leur vitesse s'est accrue régulièrement pour atteindre son maximum vers 2100Z le 14 février et diminuer légèrement après 0000Z le 15. La température est montée à 4°C sous l'effet des vents du sud pour descendre graduellement à mesure que les vents tournaient à l'ouest. Des brèches dans la couverture nuageuse ont été signalées par les trois installations de forage alors qu'une étroite zone claire (bande d'air sec) arrivait sur la région. La bande d'air sec se trouvait entre le nuage épais associé au trowal et le nuage circulant à basse altitude.

Après 0300Z le 15 février, les vents se sont stabilisés – ils soufflaient de l'ouest – et ont lentement perdu de leur force, bien que des coups de vent aient persisté jusque vers 0900Z le 16 février. Un cumulus instable provoqué par la circulation d'air (cumulus bourgeonnant) s'est formé au-dessus de l'eau dans le courant froid qui soufflait de l'ouest dans le sillage de la tempête.

Une neige lourde a commencé à tomber à la hauteur de l'*Ocean Ranger* à 0900Z le 14 février. Avec la montée de la température, la neige s'est changée en pluie modérée à 1400Z le même jour. La pluie et le brouillard ont persisté tout au long de la journée pour se changer de nouveau en neige plus tard dans l'après-midi, lorsque la température est tombée au-dessous du point de congélation. L'*Ocean Ranger* a signalé (à 0000Z le 15) une légère pluie verglaçante au cours de la période de transition.

Après 0000Z le 15 février, la restriction prédominante à l'égard du plafond et de la visibilité était constituée par la neige, bien que de la pluie mélangée à la neige ait été signalée à la hauteur de la *Zapata Ugland* jusqu'à 0730Z. La neige a continué à tomber plus ou moins intensément (et par conséquent la visibilité a varié également) toute la journée du 15 février jusqu'à ce qu'elle prenne fin entre 0300Z et 0600Z le 16 février. Les plafonds et les degrés de visibilité en fonction de l'heure présentés aux Figures 12 et 13 indiquent que, le 15 février, le plafond de nuages a varié entre 300 et 1000 pieds. Les plafonds de nuages et les degrés de visibilité observés dans la région ont aussi été peu élevés de 1900Z environ le 14 jusqu'à la disparition de la plate-forme.

Il est probable que la neige qui se serait accumulée sur les plates-formes avant 1400Z le 14 février aurait fondu au cours des cinq ou six heures suivantes, alors que la température est montée au-dessus du point de congélation et qu'il a plu. Il est improbable qu'il y ait eu accumulation importante de pluie verglaçante, car ni la *Zapata Ugland*, ni la *SEDCO 706* ne l'ont signalée et la période au cours de laquelle il aurait pu tomber de la pluie verglaçante a été assez brève.

Si l'on considère les critères indiqués au Tableau 3, les conditions météorologiques qui régnaient à l'*Ocean Ranger* après 0000Z le 15 février étaient propices à la formation d'embruns verglaçants. Diverses études ont été faites sur le rapport entre le taux de givrage des navires et des paramètres météorologiques ou l'état de la mer (voir par exemple Comiskey [1976], Shellard [1974], Stallabrass [1980], Kachurin et al. [1974]). Les monogrammes[4] de Comiskey (1976) et de Shellard (1974), utilisant en combinaison la vitesse des vents ainsi que les températures de l'air et à la surface de la mer observées à l'*Ocean Ranger* à 0300Z le 15 février, permettaient de prévoir un givrage allant de fort à très fort. Comme le degré de givrage dépend dans une très large mesure de la forme du navire et de sa vitesse de déplacement (Stallabrass [1980]), il est impossible, dans les limites de l'examen du SEA, d'établir une estimation quantitative fiable des taux de givrage à l'*Ocean Ranger* à partir des seules données physiques. Les autres installations du secteur (*SEDCO 706* et *Zapata Ugland*) ont été exposées à des conditions environnementales semblables (voir les Figures 8 à 13). On peut penser que les conditions propices à la formation d'embruns verglaçants qui auraient pu être observées à ces installations de forage auraient été semblables à celles qui ont été enregistrées à l'*Ocean Ranger*.

REFERENCES

1. Comiskey, A. (1976): "Vessel Icing – Know When to Expect It", Alaska Seas and Coasts, Vol. 4, No. 5, décembre 1976.

2. Kachurin, L.G., L.I. Gashin, I.A. Smirnov (1974); Icing Rate of Small Displacement Fishing Boats under Various Hydrometeorological Conditions, Moscow, Meteorologiya i Gidrologiya, No. 3 (Tr.).

3. Shellard, H.C. (1974): Meteorological Aspects of Ice Accretion on Ships, Marine Science Affairs Report No. 10, W.M.O. Bulletin 397.

4. Smith, S.D. (1981): Factors for Adjustment of Wind Speed over Water to a 10 Metre Height. Report Series/BI-R-81-3/March 1981, Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, Nouvelle-Écosse.

5. Stallabrass, T.R. (1980): Trawler Icing, A Compilation of Work Done at N.R.C., National Research Council of Canada, Mechanical Engineering Report MD-56, N.R.C. No. 19372, Ottawa.

[1]Pour indiquer les heures dans ses rapports, le SEA utilise l'heure Zulu (temps moyen de Greenwich), soit l'heure locale plus trois heures et demie.

[2]L'ATP est le taux d'accroissement de la rotation, en sens anti-horaire, de l'atmosphère dans le voisinage d'une tempête; ce phénomène est attribuable au transport d'air en rotation par les flux d'air en altitude; élément indispensable de l'évolution ou de l'intensification des tempêtes.

[3]Courant-jet: vents relativement forts concentrés dans un courant étroit de l'atmosphère; le jet maximum est la vitesse maximale que peut atteindre le vent dans un courant-jet.

[4]Présentation graphique des rapports entre des quantités suivant laquelle la valeur de l'une peut être déterminée au moyen d'une simple construction géométrique faite à partir de celle des autres.

INDEX DES FIGURES ET DES TABLEAUX

FIGURES

TITRE	N°	SEA N°*
Trajectoires de tempêtes majeures	1	10
Analyses en surface	2-7	11-16
Vitesse du vent à Hibernia	8	29
Direction du vent à Hibernia	9	30
Température de l'air à Hibernia	10	32
Surface de la mer à Hibernia	11	33
Hauteur du plafond à Hibernia	12	34
Visibilité à Hibernia	13	35

TABLEAUX

Durée des vents forts, vents maximums et état de la mer observés à l'*Ocean Ranger* au cours de neuf fortes tempêtes sur les Grands bancs de Terre-Neuve	1	4
Nombre de jours au cours desquels le vent a excédé un seuil donné à l'*Ocean Ranger*, 8 novembre 1982 – 15 février 1982	2	2
Tableau synoptique de la fréquence estimative d'embruns verglaçants à l'*Ocean Ranger*	3	3
Quelques observations de vitesses du vent supérieures à 63 nœuds dans le secteur du champ Hibernia, 1960-1979	4	5

* Tiré du rapport original

Tableau 1: Durée des vents forts, vents maximums et hauteurs de vagues combinées tirés de rapports météorologiques de l'*Ocean Ranger* établis à l'occasion de neuf fortes tempêtes sur les Grands bancs de Terre-Neuve.

Tempête**	Durée (en heures) des		Vent maximum (en nœuds)	Hauteur maximum des vagues (en m)
	Coups de vents (≥ 34 nœuds)	Tempêtes (≥ 48 nœuds)		
Tempête n° 1	27	18	56	6,5
Tempête n° 2	21	3	56	5,5
Tempête n° 3	51	21	61	7,0
Tempête n° 4	12	3	65	6,7
Tempêtes n^{os} 5 et 6	48	39	67	9,0
Tempête n° 7	72	30	56	9,0
Tempête n° 8	18	6	56	6,5
Tempête de l'*Ocean Ranger*	S.O. (48)*	S.O. (33)*	72 (78)*	12,2 (12,0)*

*Les chiffres entre parenthèses proviennent d'observations faites par le *Zapata Ugland* (47.0N 48.8W)

**Tempête n° 1 – 28 novembre 1980
Tempête n° 2 – 14 décembre 1980
Tempête n° 3 – 27 septembre 1981
Tempête n° 4 – 10 janvier 1982
Tempêtes n^{os} 5, 6, 7 – 15-20 janvier 1982
Tempête n° 8 – 7 février 1982
Tempête de l'*Ocean Ranger* – 14-15 février 1982

TABLEAU 2: Nombre de jours au cours desquels le vent a excédé un seuil donné à l'*Ocean Ranger*, 8 novembre 1980 – 15 février 1982.

CATÉGORIE	NOMBRE DE JOURS	POURCENTAGE
≥34 nœuds (coup de vent)	197	42,4 %
≥48 nœuds (tempête)	43	9,2 %
≥56 nœuds (tempête violente)	13	2,8 %
≥64 nœuds (ouragan)	4	0,9 %

TABLEAU 3: Fréquence combinée de températures égales ou inférieures à -2 °C et de vents soufflant à 22 nœuds ou plus à l'*Ocean Ranger*

MOIS	ANNÉE	POURCENTAGE DU TEMPS
Décembre	1980	10,1 %
Janvier	1981	4,4 %
Février	1981	8,0 %
Mars	1981	0,4 %
Avril	1981	0,8 %
Décembre	1981	6,0 %
Janvier	1982	17,7 %
Février*	1982	32,7 %

*Pour la période du 1 au 15 février seulement

Nota : Une chute de température au-dessous de -2 °C et des vents soufflant à plus de 11 m/sec. (11 mètres par seconde, soit 22 nœuds) créent des conditions propices à la formation d'embruns verglaçants. Les conditions météorologiques signalées par l'*Ocean Ranger* ont été analysées en vue de déterminer le pourcentage du temps durant lequel ces conditions ont été réunies dans le voisinage de la plate-forme.

TABLEAU 4: Quelques observations de vitesses du vent supérieures à 63 nœuds dans le secteur du champ Hibernia*, 1960-1979

DATE	HEURE	VENT	
		DIRECTION	VITESSE (EN NŒUDS)
28 octobre 1973 (+)	1200Z	310	86
5 février 1976	1800Z	040	74
30 novembre 1974 (+)	0000Z	040	70
24 novembre 1973 (+)	0600Z	360	70
28 décembre 1972 (+)	1800Z	200	70
16 février 1966	1200Z	290	68
16 février 1966	1500Z	290	68
16 février 1966	1800Z	290	68
24 novembre 1973 (+)	0000Z	340	66
26 décembre 1974	1800Z	360	65
22 octobre 1973 (+)	1200Z	360	65
3 janvier 1975	0000Z	160	64

*Le secteur du champ Hibernia est délimité par les coordonnées suivantes:

45.8N 48.0W	47.8N 49.7W
45.8N 49.7W	47.9N 48.0W
46.8N 50.2W	46.8N 47.4W

(+) Observations faites aux plates-formes de forage

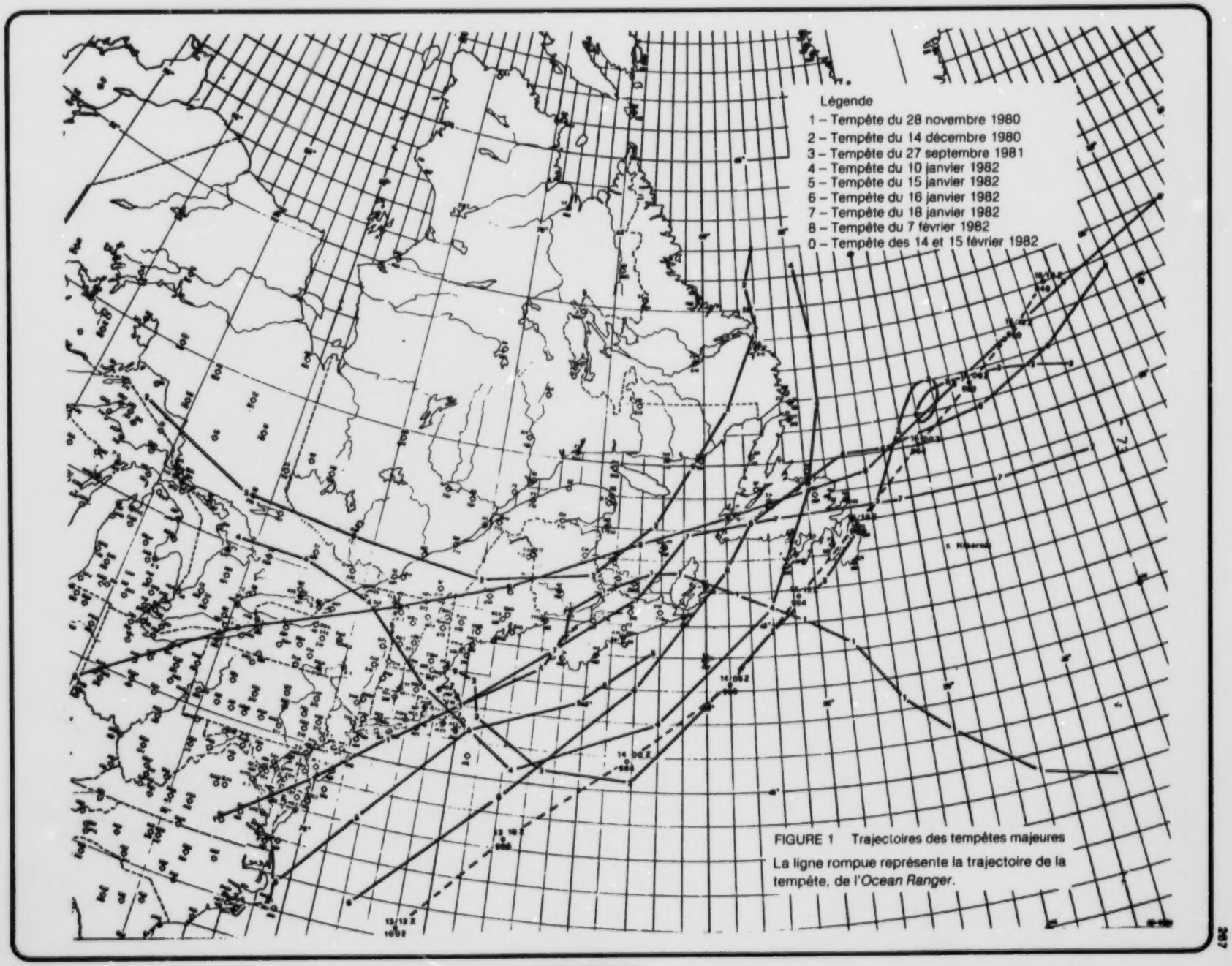


FIGURE 1 Trajectoires des tempêtes majeures

La ligne rompue représente la trajectoire de la tempête, de l'*Ocean Ranger*.

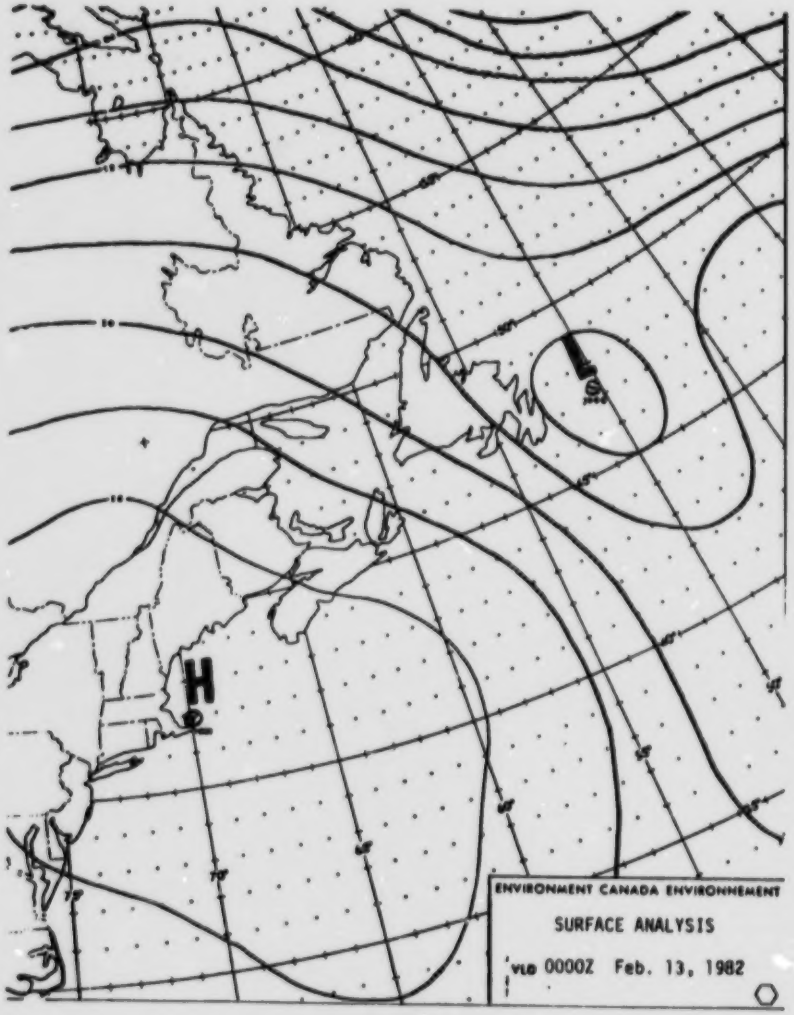


FIGURE 2

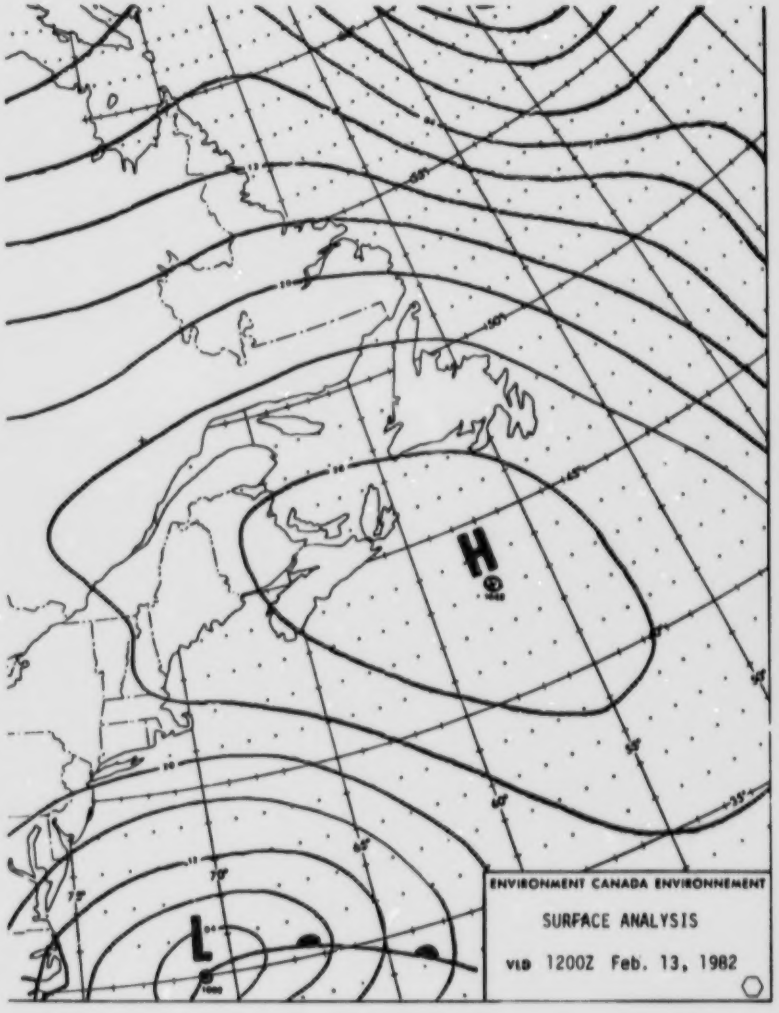


FIGURE 3

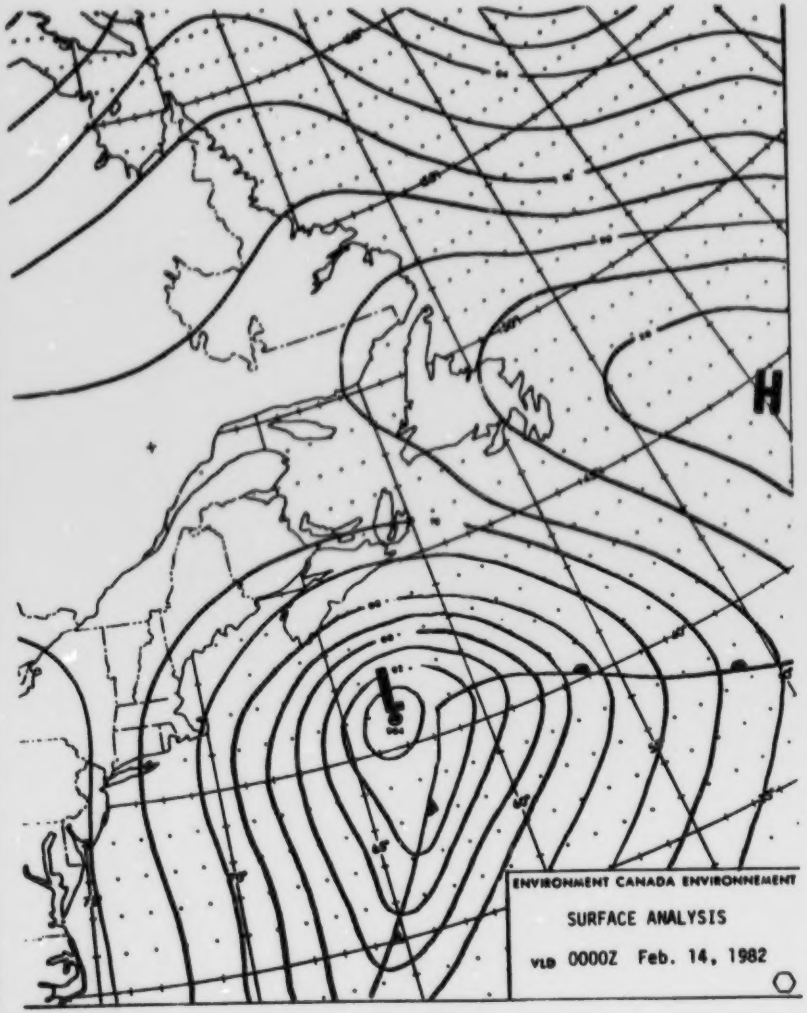


FIGURE 4

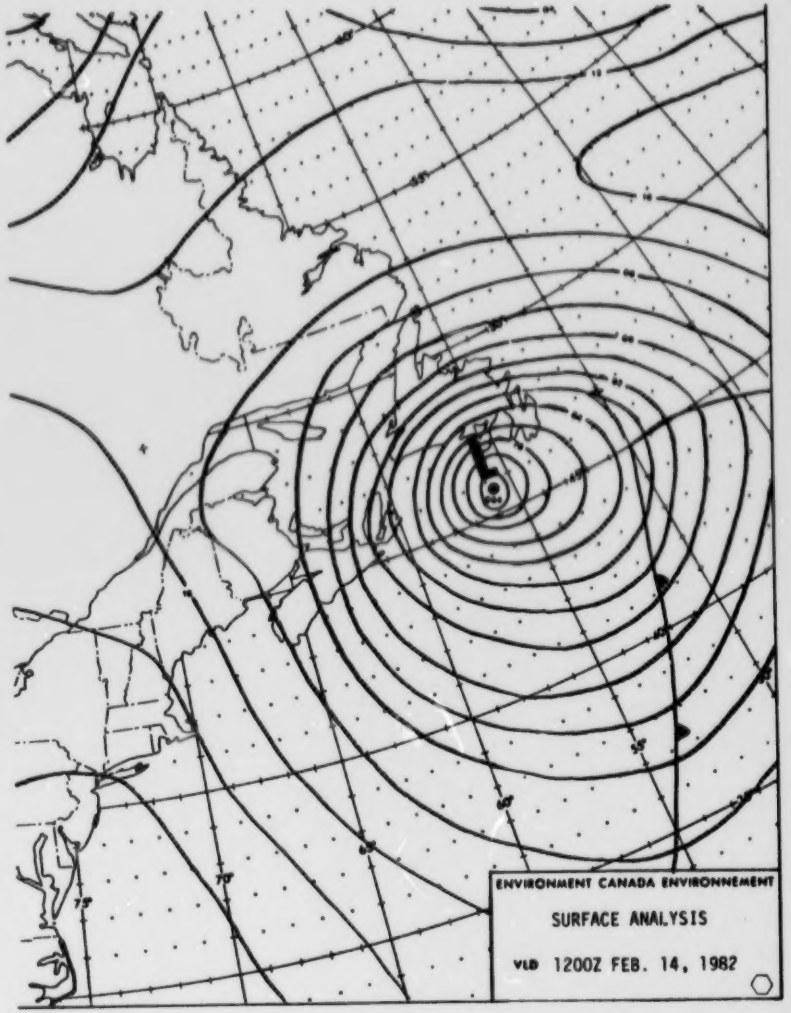


FIGURE 5

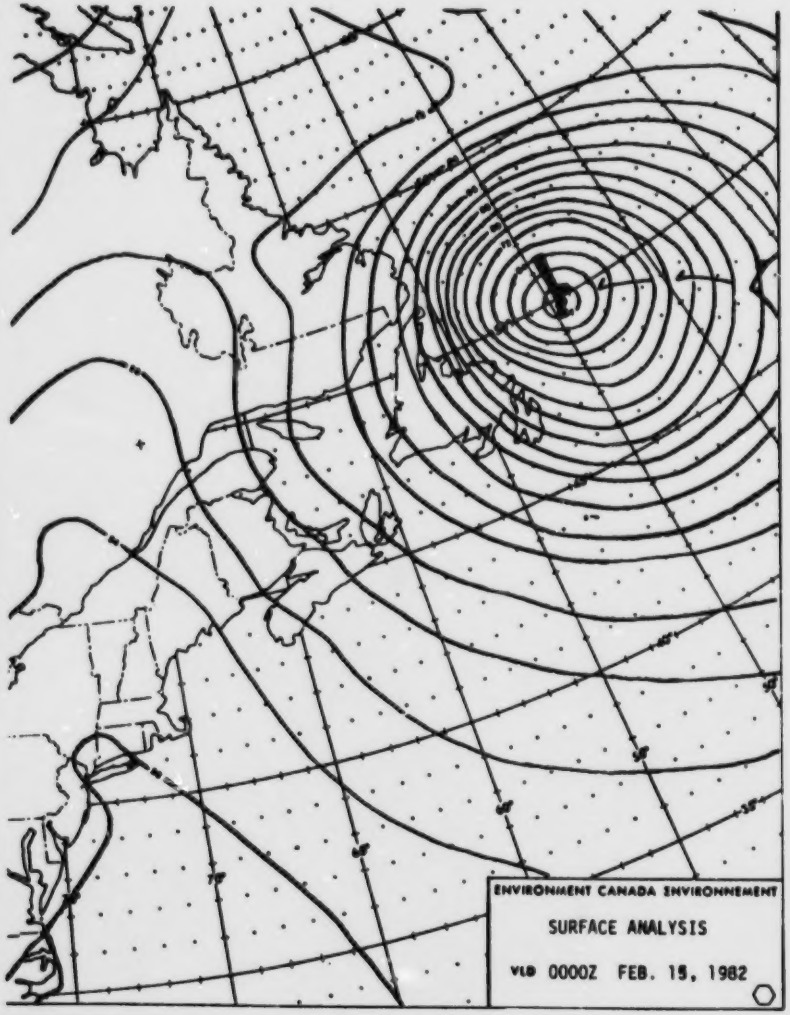


FIGURE 6

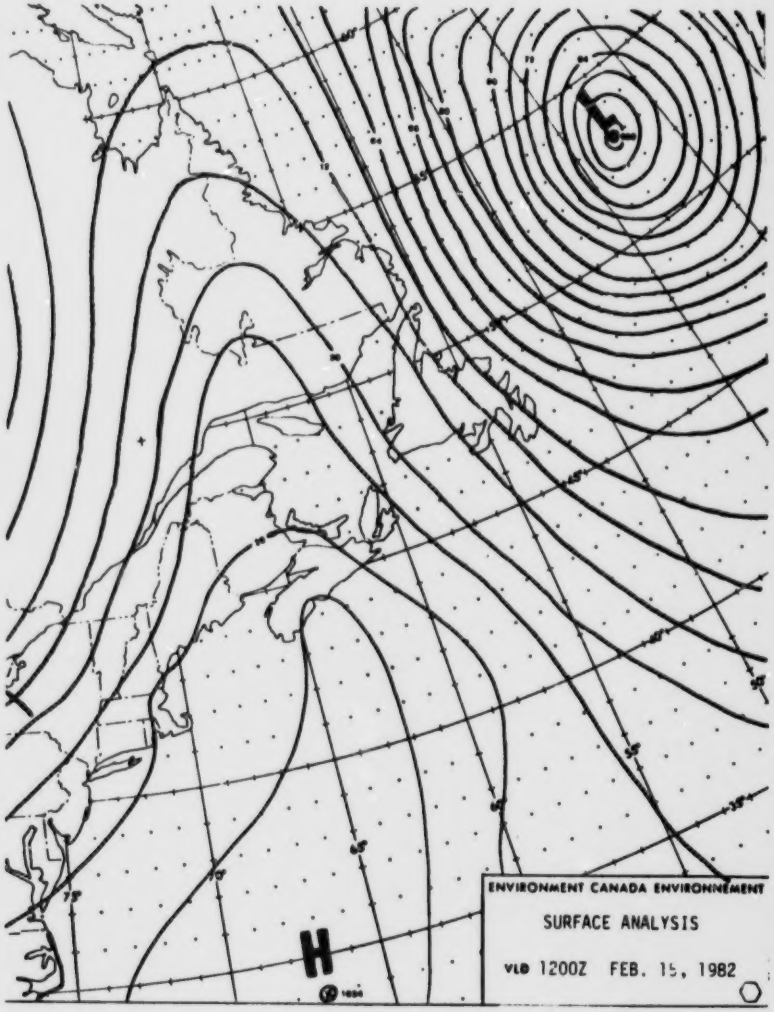


FIGURE 7

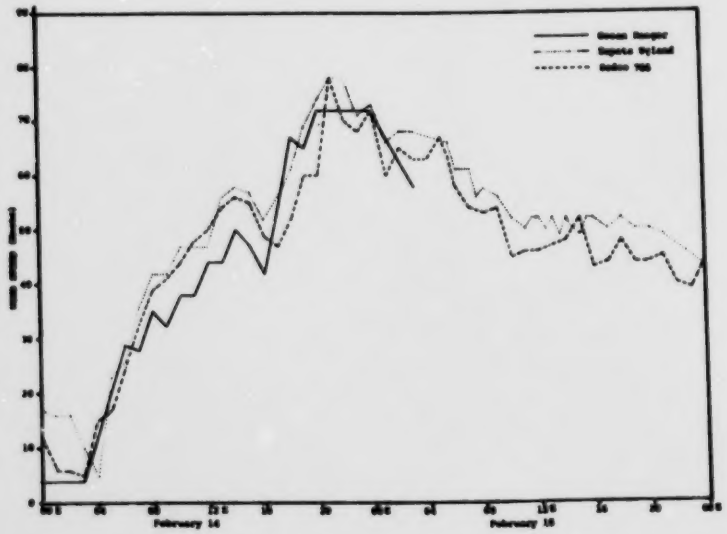


FIGURE 8 Vitesse du vent à Hibernia, 14 et 15 février 1982

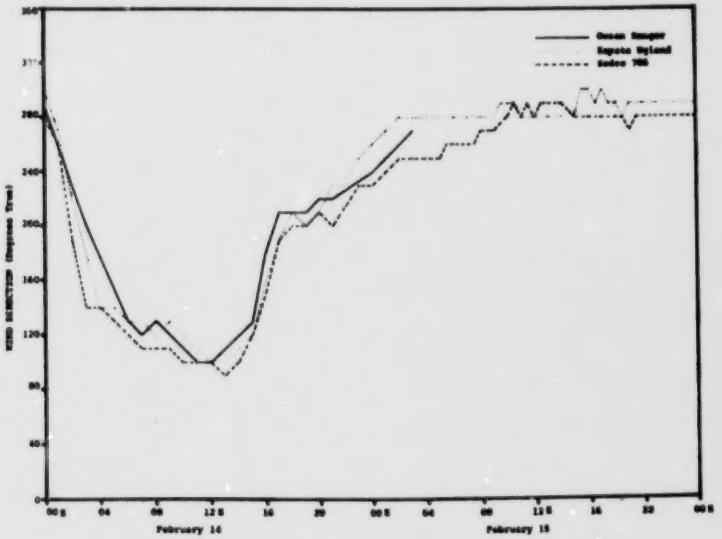


FIGURE 9 Direction du vent à Hibernia, 14 et 15 février 1982

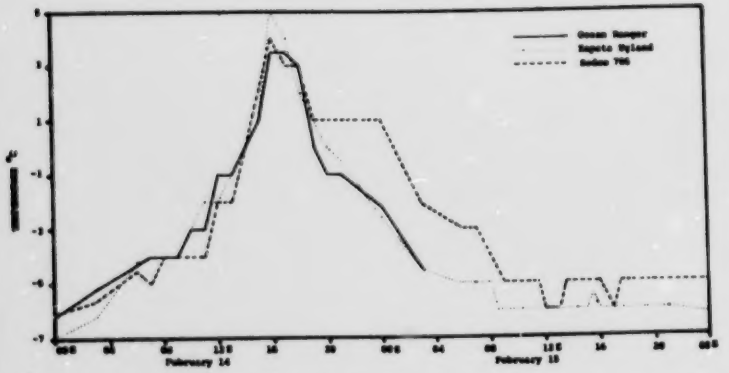


FIGURE 10 Température de l'air à Hibernia, 14 et 15 février 1982

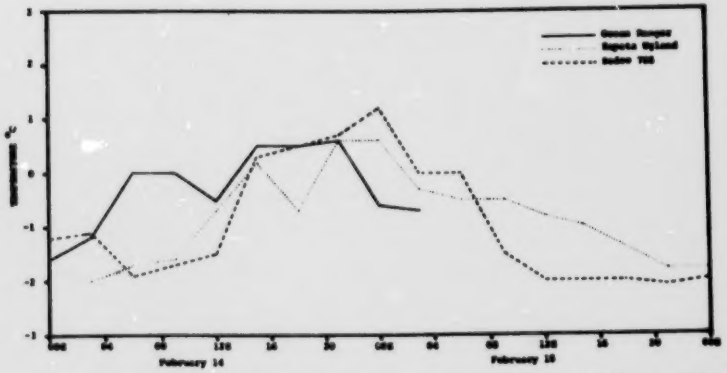


FIGURE 11 Température à la surface de la mer à Hibernia, 14 et 15 février 1982

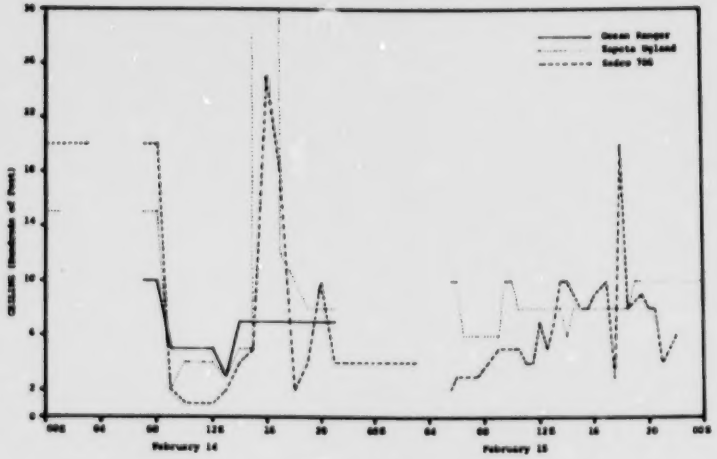


FIGURE 12 Hauteur du plafond à Hibernia, 14 et 15 février 1982

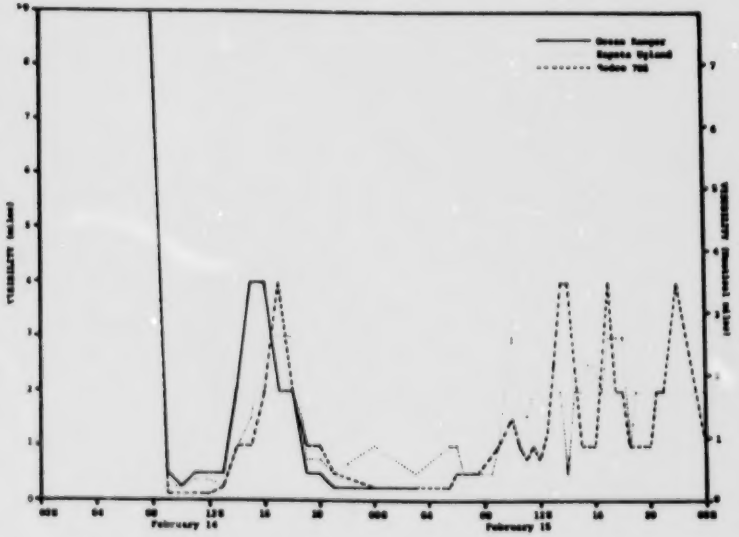


FIGURE 13 Visibilité à Hibernia, 14 et 15 février 1982

APPENDICE E-5

Données sur les vagues enregistrée par la *Zapata Ugland*, Poste 140, du 14 au 16 février, 1982

RECORD -SIDE -TAPE	FEB 1982 HOUR	DAY	2 0 TO 3 0 SEC	3 0 TO 4 0 SEC	4 0 TO 5 0 SEC	5 0 TO 6 0 SEC	6 0 TO 7 0 SEC	7 0 TO 8 0 SEC	8 0 TO 9 0 SEC	9 0 TO 10 0 SEC	10 0 TO 11 0 SEC	11 0 TO 12 0 SEC	12 0 TO 13 0 SEC	13 0 TO 14 0 SEC	14 0 TO 15 0 SEC	15 0 TO 16 0 SEC	16 0 TO 20 0 SEC	CHAR WAVE HT IN M	PEAK PER SEC
11-1-103	1640	11	11	17	19	26	36	45	56	69	58	68	40	28	21	15	14	6 17	11 38
12-1-103	1700	11	11	17	23	32	38	38	52	65	51	60	44	27	19	14	15	5 76	11 38
13-1-103	1720	11	12	17	23	30	31	40	50	72	50	54	39	33	25	20	13	5 83	9 10
14-1-103	1740	11	10	16	22	31	34	36	48	58	65	51	43	22	17	13	12	5 67	10 50
15-1-103	1800	11	11	14	23	26	28	41	54	63	58	53	41	34	22	11	12	5 74	9 75
16-1-103	1820	11	10	17	21	23	30	29	55	65	53	43	50	34	24	17	14	5 63	9 75
17-1-103	1840	11	10	17	23	23	28	40	46	58	62	51	42	20	14	11	12	5 43	10 50
18-1-103	1900	11	11	17	24	25	28	37	50	47	50	37	34	35	22	08	10	4 95	10 50
19-1-103	1920	11	10	17	22	27	30	36	45	51	45	51	63	40	25	12	10	5 80	12 41
20-1-103	1940	11	11	16	19	26	28	38	43	55	52	48	35	35	28	23	17	5 27	9 75
21-1-103	2000	11	11	17	21	21	28	35	43	46	45	48	36	30	22	16	10	4 82	11 38
22-1-103	2030	11	11	15	19	25	29	25	54	54	56	51	32	30	20	10	10	5 22	11 38
23-1-103	2040	11	12	17	20	26	27	32	48	43	44	39	38	32	21	12	08	4 70	10 50
24-1-103	2100	11	11	16	24	24	29	33	41	58	61	38	41	27	21	16	11	5 20	10 50
25-1-103	2120	11	12	15	21	22	31	29	40	41	50	37	41	35	22	09	11	4 71	10 50
1-2-103	2210	11	12	19	25	30	31	29	36	36	39	52	35	29	19	11	09	4 61	11 38
2-2-103	2230	11	12	17	23	28	29	36	40	32	49	31	44	37	24	13	10	4 75	12 41
3-2-103	2250	11	13	19	23	30	32	37	40	40	29	33	42	29	20	13	10	4 53	12 41
4-2-103	2310	11	12	19	26	31	32	36	42	45	42	36	32	29	20	14	13	4 73	9 75
5-2-103	2330	11	13	18	24	27	36	45	40	35	40	38	37	35	23	11	11	4 81	13 65
6-2-103	2350	11	12	19	22	34	34	35	37	31	30	42	45	21	16	12	10	4 47	12 41
7-2-103	10	12	12	18	22	32	37	41	47	34	28	37	50	40	25	12	09	4 98	12 41
8-2-103	30	12	13	20	24	30	38	48	30	38	33	33	42	35	22	09	10	4 87	12 41
9-2-103	50	12	13	18	28	34	41	37	39	33	47	35	33	27	19	13	11	4 74	10 50
10-2-103	110	12	13	20	23	30	36	42	43	28	45	33	32	26	16	08	08	4 54	10 50
11-2-103	130	12	13	19	26	31	46	44	36	31	39	34	51	26	16	09	09	4 87	12 41
12-2-103	150	12	12	20	25	27	38	54	44	34	36	36	30	33	21	11	08	4 81	7 19
13-2-103	210	12	13	18	23	26	38	37	40	32	34	47	48	27	18	11	08	4 76	12 41
14-2-103	230	12	12	19	27	28	38	48	40	39	35	38	45	24	17	12	10	4 85	12 41
15-2-103	250	12	13	18	24	34	40	53	47	36	29	30	51	19	13	08	09	4 94	12 41
16-2-103	310	12	13	21	24	29	39	39	48	39	32	34	51	22	16	11	10	4 84	12 41
17-2-103	330	12	13	19	22	29	35	40	34	44	37	39	44	27	18	11	10	4 69	12 41
18-2-103	350	12	12	19	21	24	38	48	40	21	43	46	37	19	15	12	08	4 71	11 38
21-2-103	900	12	11	17	25	28	31	42	45	51	38	36	30	13	09	07	08	4 57	9 10
22-2-103	1100	12	10	16	20	25	23	33	47	29	42	29	26	18	12	06	06	3 86	10 50
26-2-103	2300	12	10	16	13	13	20	26	27	25	25	18	10	05	04	04	05	3 60	10 50
1-1-104	1100	14	13	19	23	33	46	33	22	20	17	08	07	07	07	07	07	3 31	7 19
2-1-104	1400	14	13	21	26	28	35	57	49	32	17	14	15	11	08	06	06	4 18	8 53
3-1-104	1420	14	13	22	27	33	32	52	48	26	19	14	15	11	08	08	06	4 04	7 59
4-1-104	1440	14	13	21	27	30	40	56	64	37	21	17	17	13	09	06	08	4 71	8 03
5-1-104	1500	14	14	22	31	32	32	51	71	52	26	21	15	18	13	10	10	5 07	8 53
6-1-104	1520	14	13	20	25	30	33	55	66	41	38	18	20	17	11	06	07	4 87	8 53
7-1-104	1540	14	13	20	28	31	39	46	69	50	37	20	15	10	11	11	11	5 00	8 03
8-1-104	1600	14	12	20	25	32	34	45	55	61	31	20	14	14	10	07	08	4 75	9 10
9-1-104	1620	14	12	20	25	29	34	23	51	74	43	17	15	15	11	08	08	4 84	9 75
10-1-104	1640	14	13	20	25	34	33	35	50	65	50	27	18	17	13	08	07	5 01	9 75
11-1-104	1700	14	12	21	24	28	28	35	50	56	35	28	18	12	09	06	07	4 50	9 10
12-1-104	1720	14	13	22	27	34	30	40	55	57	48	21	24	20	13	06	08	4 84	9 75
13-1-104	1740	14	14	22	30	33	36	33	50	61	53	37	24	11	08	06	07	5 10	9 75

RECORD -SIDE -TAPE	FEB 1982 HOUR	DAY	2 0 TO 3 0 SEC	3 0 TO 4 0 SEC	4 0 TO 5 0 SEC	5 0 TO 6 0 SEC	6 0 TO 7 0 SEC	7 0 TO 8 0 SEC	8 0 TO 9 0 SEC	9 0 TO 10 0 SEC	10 0 TO 11 0 SEC	11 0 TO 12 0 SEC	12 0 TO 13 0 SEC	13 0 TO 14 0 SEC	14 0 TO 15 0 SEC	15 0 TO 16 0 SEC	16 0 TO 20 0 SEC	CHAR WAVE HT IN M	PEAK PER SEC
14-1-104	1800	14	14	22	30	31	40	36	51	65	73	40	22	11	10	10	09	5 67	10 50
15-1-104	1820	14	14	22	33	43	49	46	62	56	58	48	20	15	11	08	11	5 88	10 50
16-1-104	1840	14	15	22	30	35	46	53	46	58	79	45	23	15	11	08	10	6 02	10 50
17-1-104	1900	14	14	21	27	37	43	46	53	66	63	59	26	14	11	09	11	6 00	11 38
18-1-104	1920	14	14	24	25	37	41	56	63	65	73	58	34	13	13	12	12	6 49	10 50
19-1-104	1940	14	14	22	33	37	45	48	67	83	78	49	28	20	14	09	10	6 79	10 50
20-1-104	2000	14	13	20	34	38	43	49	53	84	78	74	26	14	10	07	10	7 14	9 75
21-1-104	2020	14	13	22	26	31	42	47	53	88	86	87	48	27	17	10	14	7 73	9 75
22-1-104	2040	14	13	20	27	37	47	46	49	78	91	70	71	32	21	12	15	7 54	10 50
23-1-104	2100	14	13	20	28	45	40	45	58	69	1 13	1 35	80	48	31	18	19	9 52	11 38
24-1-104	2120	14	17	23	32	42	48	44	55	66	99	1 10	99	61	40	22	26	9 25	11 38
26-1-104	2200	14	14	23	26	40	48	60	74	65	97	90	94	91	83	77	51	10 47	13 65
28-1-104	2233	14	16	24	32	46	45	53	68	69	70	1 03	92	86	79	74	1 41	11 40	17 07
30-1-104	2313	14	13	23	29	40	43	47	51	63	84	69	93	1 07	1 21	1 24	1 58	12 69	15 17
31-1-104	2333	14	12	18	31	38	41	52	57	81	76	89	1 12	89	84	80	1 25	11 46	12 41
32-1-104	2353	14	14	21	28	37	50	52	56	78	88	74	1 11	68	1 00	1 10	1 40	11 93	15 17
33-1-104	13	15	13	20	29	38	48	54	58	57	77	89	83	98	94	89	90	10 55	15 17
34-1-104	33	15	15	24	31	35	40	44	63	58	70	97	49	94	97	95	1 14	10 64	15 17
35-1-104	53	15	14	18	30	41	49	53	56	68	71	91	97	94	86	79	1 29	11 15	17 07
1-2-104	119	15	13	20	28	40	54	52	43	61	98	69	81	89	81	79	74	9 86	13 65
2-2-104	139	15	15	21	31	38	49	50	59	76	85	76	88	78	77	74	69	9 82	15 17
3-2-104	159	15	14	20	30	34	40	41	48	81	99	77	1 03	91	84	78	70	10 40	12 41
4-2-104	219	15	14	20	27	35	43	48	54	69	74	73	61	1 27	1 08	92	69	10 51	13 65
5-2-104	239	15	14	19	27	42	41	45	49	65	66	1 00	1 11	73	60	51	57	9 39	12 41
6-2-104	259	15	13	22	31	41	51	55	51	59	82	98	83	98	77	62	60	9 87	13 65
7-2-104	319	15	13	20	26	40	58	57	60	73	71	70	1 20	81	66	55	61	9 84	12 41
8-2-104	359	15	14	20	29	37	44	45	42	58	67	86	1 26	1 08	71	39	54	9 88	12 41
10-2-104	419	15	15	22	35	34	49	37	56	77	72	1 02	1 44	83	66	54	64	10 62	12 41
11-2-104	439	15	13	19	27	38	41	57	51	67	75	1 01	1 29	94	75	62	61	10 53	12 41
12-2-104	459	15	13	20	29	39	44	57	53	60	1 01	85	82	1 14	94	78	55	10 57	13 65
13-2-104	519	15	12	20	29	31	52	48	55	58	72	96	1 09	1 29	90	59	46	10 54	13 65
14-2-104	539	15	13	19	29	32	47	42	52	63	56	1 05	82	95	95	83	80	10 14	15 17
15-2-104	559	15	13	20	30	33	38	43	52	77	80	98	1 08	1 40	1 00	71	74	11 48	13 65
16-2-104	619	15	14	22	28	39	45	53	66	77	74	89	1 33	87	80	74	65	10 79	12 41
17-2-104	639	15	14	19	27	48	42	53	66	73	79	90	1 07	85	81	77	62	10 37	12 41
18-2-104	659	15	13	19	28	33	42	55	65	61	88	82	73	1 04	80	80	64	10 15	13 65
19-2-104	719	15	12	19	30	33	43	56	64	74	69	87	1 28	1 07	88	77	52	10 89	12 41
20-2-104	739	15	14	24	27	40	55	52	57	55	77	77	78	1 27	91	63	46	10 08	13 65
21-2-104	759	15	14	20	26	33	44	45	52	68	60	1 17	1 02	67	84	88	90	10 05	15 17
22-2-104	819	15	13	20	30	37	37	48	46	55	68	1 17	72	1 17	1 05	95	54	10 73	13 65
23-2-104	839	15	13	20	27	37	45	51	56	56	67	96	85	83	76	70	44	9 30	13 65
24-2-104	859	15	13	21	31	41	54	50	63	63	68	90	1 23	98	80	67	47	10 36	12 41
25-2-104	919	15	16	24	33	39	46	48	52	65	86	87	87	1 04	81	65	58	9 95	13 65
26-2-104	939	15	12	18	34	38	50	41	41	58	72	82	80	1 11	1 08	1 04	51	10 45	15 17
27-2-104	959	15	12	21	26	35	45	48	51	64	86	83	53	1 06	77	55	69	9 38	13 65
28-2-104	1019	15	13	18	27	36	45	63	62	60	54	76	73	1 27	95	72	61	10 13	13 65
29-2-104	1039	15	13	18	27	39	41	54	57	62	72	59	75	80	85	85	58	9 19	15 17
30-2-104	1059	15	13	18	26	31	42	42	56	68	75	55	72	69	68	66	44	8 29	15 17
31-2-104	1119	15	13	20	26	37	48	60	66	57	51	88	57	96	99	98	57	9 91	15 17

RECORD -SIDE -TAPE	FEB 1982 HOUR	DAY	2 0 TO 3 0 SEC	3 0 TO 4 0 SEC	4 0 TO 5 0 SEC	5 0 TO 6 0 SEC	6 0 TO 7 0 SEC	7 0 TO 8 0 SEC	8 0 TO 9 0 SEC	9 0 TO 10 0 SEC	10 0 TO 11 0 SEC	11 0 TO 12 0 SEC	12 0 TO 13 0 SEC	13 0 TO 14 0 SEC	14 0 TO 15 0 SEC	15 0 TO 16 0 SEC	16 0 TO 20 0 SEC	CHAR WAVE HT IN M	PEAK PER SEC
32-2-104	1139	15	14	22	27	39	53	48	61	80	83	63	68	91	86	81	48	9 56	15 17
33-2-104	1159	15	12	18	26	37	53	45	56	61	54	64	73	95	91	87	60	9 40	15 17
34-2-104	1219	15	12	18	29	40	56	51	55	67	71	58	87	94	89	83	56	9 71	15 17
35-2-104	1239	15	12	21	27	41	43	50	60	67	58	81	72	1 18	86	62	52	9 61	13 65
36-2-104	1259	15	12	21	28	32	40	54	51	52	78	64	93	91	95	89	56	9 87	15 17
1-1-105	1348	15	16	22	31	42	38	52	56	70	57	67	54	1 07	79	58	44	8 88	13 65
2-1-105	1408	15	13	21	29	34	38	50	58	77	68	66	83	88	72	60	39	8 93	13 65
3-1-105	1428	15	14	19	25	38	38	48	58	51	64	68	1 01	53	56	56	31	8 12	12 41
4-1-105	1448	15	14	20	27	41	47	54	63	56	96	63	79	72	68	65	46	8 46	15 17
5-1-105	1508	15	14	19	30	36	41	48	55	77	71	97	84	82	64	50	39	9 14	11 38
6-1-105	1528	15	14	21	28	35	46	57	62	69	58	94	79	92	74	61	41	9 33	13 65
7-1-105	1548	15	14	21	27	34	42	51	54	73	63	84	93	67	60	55	37	8 69	12 41
8-1-105	1608	15	14	21	28	40	49	43	55	73	88	76	78	85	72	63	35	9 15	13 65
9-1-105	1628	15	12	20	32	35	44	50	52	53	58	59	64	85	62	45	34	7 81	13 65
10-1-105	1648	15	13	20	30	33	41	51	50	68	52	54	58	81	61	47	30	7 64	13 65
11-1-105	1708	15	14	22	27	31	42	52	57	62	50	92	75	74	61	51	35	8 35	11 38
12-1-105	1728	15	15	20	32	35	39	58	69	67	83	74	75	88	77	69	46	9 42	13 65
13-1-105	1748	15	13	20	30	34	34	39	58	61	58	70	85	1 03	78	60	32	8 88	13 65
14-1-105	1808	15	15	23	28	37	40	58	49	57	57	66	90	87	67	52	40	8 82	13 65
15-1-105	1828	15	14	21	29	34	51	51	61	71	76	68	84	76	66	59	45	8 93	12 41
16-1-105	1848	15	12	21	25	30	33	41	58	58	63	88	83	55	50	46	38	7 93	12 41
17-1-105	1908	15	15	20	28	34	43	46	55	68	64	68	81	73	68	65	35	8 52	15 17
18-1-105	1928	15	12	21	30	37	33	45	68	64	73	76	77	1 05	69	39	32	8 98	13 65
19-1-105	1948	15	14	21	29	34	41	55	53	56	68	94	83	73	63	56	40	8 71	11 38
20-1-105	2008	15	13	17	27	33	40	49	59	61	73	64	70	82	64	52	38	8 27	13 65
21-1-105	2028	15	13	21	28	31	50	43	53	66	58	67	63	69	62	57	39	7 87	13 65
22-1-105	20[illegible]9	15	16	22	30	33	52	49	57	55	67	69	85	64	49	37	49	8 11	12 41
23-1-105	2108	15	15	24	26	37	39	49	49	54	69	59	77	68	62	58	38	7 88	12 41
24-1-105	2128	15	13	20	29	33	37	47	54	65	57	55	79	61	62	60	46	7 80	12 41
25-1-105	2148	15	14	22	27	38	38	52	60	62	75	65	70	79	66	57	52	8 55	13 65
26-1-105	2208	15	13	21	30	35	40	48	61	47	61	67	68	80	66	57	32	8 04	13 65
27-1-105	2228	15	13	21	29	36	46	47	40	57	68	77	53	64	68	68	41	8 02	15 17
29-1-105	2308	15	13	19	28	34	35	47	62	70	67	48	49	60	54	50	45	7 44	13 65
30-1-105	2328	15	13	20	28	34	38	57	56	63	68	60	58	71	59	50	58	8 01	13 65
31-1-105	2348	15	13	20	25	35	35	45	55	47	77	77	68	68	56	47	30	7 82	13 65
32-1-105	8	16	15	20	27	31	38	41	49	62	57	61	49	68	60	54	50	7 47	13 65
33-1-105	28	16	16	20	25	34	42	40	38	49	45	50	41	64	59	55	50	6 79	13 65
34-1-105	48	16	13	18	26	34	38	42	56	58	65	49	60	73	60	51	32	7 47	13 65
35-1-105	108	16	12	18	28	34	40	44	44	57	55	62	64	52	53	53	38	7 17	12 41
36-1-105	128	16	13	18	22	31	35	42	45	48	54	63	80	61	70	72	29	7 71	15 17
1-2-105	202	16	11	18	25	39	36	44	42	50	41	56	54	76	55	40	36	6 87	13 65
18-2-105	1505	16	11	16	22	23	35	31	42	38	49	57	41	48	47	47	33	5 87	15 17
19-2-105	1525	16	12	14	18	23	29	35	36	35	49	46	64	32	38	40	37	5 64	12 41
20-2-105	1545	16	11	16	17	24	31	38	42	49	48	43	42	38	41	42	29	5 58	15 17
21-2-105	1605	16	10	13	17	22	26	30	35	38	38	41	38	52	42	35	24	5 08	13 65
22-2-105	1625	16	10	14	18	19	25	32	38	45	49	32	34	54	41	31	31	5 22	13 65
23-2-105	1645	16	10	12	16	20	24	30	32	41	38	37	38	50	42	37	21	4 99	13 65
24-2-105	1705	16	11	13	19	23	26	31	34	41	37	40	43	45	38	33	35	5 08	13 65
25-2-105	1725	16	11	13	18	22	24	33	34	35	41	33	36	37	27	20	25	4 31	13 65

APPENDICE E-6

Observations météorologiques pour les 14 et 15 février, 1982, enregistrées par le *Zapata Ugland*, le *SEDCO 706*, et l'*Ocean Ranger*.

Date	Time (GMT)	Sky Condition	Vis (miles)	Wx	MSL Press. (mb)	Air Temp (°C)	Dew Pt. (°C)	Wind Dir.	Wind Speed (kts.)	Char.	Alt. Setting (in.)	Press. Tendency (mb)	SST (°C)	Sea Dir. (Deg.)	Sea Ht. (m)	Swell Dir. (Deg.)	Swell Per. (sec.)	Swell Ht. (m)
14	0000	025 BKN	15+	B—	1027.1	-7.0	-11	300	17		30.32	↗ 0.1	-1.0	07	2.5			
	0100	025 BKN	15+			-7	-12	270	16		30.36							
	0200							220	16									
14	0300	Unchanged	11 <27		1026.9	-6.2	-11	190	10			\ 2.2	-2.0			300	06	2.5
	0400							160	05									
	0500							140	23									
14	0600	X	11 <27		1026.3	-6.2	-8	130	26			\ 4.6	-1.7	04	1.0			
	0700	020 OVC	15+			-6	-8	130	16		30.00							
	0800	025 OVC	15+			-6	-8	120	12		29.91							
14	0900	FU X	1/4	B	1011.0	-3.5	-7	130	12	047	29.87	\ 8.5	-1.6	06	3.0	300	06	1.0
	1000	F4 X	1/4	B		-3	-4	120	17		29.72							
	1100	F4 X	1/8	B		-2	-3	110	17	056	29.59							
14	1200	F4 X	1/8	B	999.3	-2.0	-2	100	17	050	29.50	\12.5	-0.7	07	3.0			
	1300	F3 X	1/4	B		-1	-1	100	16	085	29.31							
	1400	-E E5 OVC	1	B-F		?	?	110	16	076	29.15							
14	1500	-E E5 OVC	1 1/2	B-F	983.1	0.0	0	120	17	066	29.02	\16.2	+0.2	07	4.0			
	1600	-E E -SCT 200 SCT	3	F		5	3	140	12	057	28.91							
	1700	-E 012 BKN	3	F		4	2	190	16	062	28.87							
14	1800	-E E10 OVC	3	F	975.1	2.0	-1	210	11	091	28.78	\ 8.0	-0.7	07	3.0			
	1900	-E E8 OVC	1/4	F		1	-2	200	14	084	28.70							
	2000	-E E8 OVC	1/4	F		0	0	210	14	088	28.64							
14	2100	1-0 OVC BL	1/2 <1	F	968.9	-0.5	-0.5	230	18	095		\ 6.2	+0.6	09	4.0			
	2200							230	18	095								
	2300							250	21	094								

Date	Time (GMT)	Sky Condition	Vis (miles)	Wx	MSL Press. (mb)	Air Temp (°C)	Dew Pt. (°C)	Wind Dir.	Wind Speed (kts.)	Char.	Alt. Setting (in.)	Press. Tendency (mb)	SST (°C)	Sea Dir. (Deg.)	Sea Ht. (m)	Swell Dir. (Deg.)	Swell Per. (sec.)	Swell Ht. (m)
14	0000	30-32 OVC	11 <27	B-Drizz	1028.2	-6.1	-12	300	13			↙ 0.3	-1.2	06	4.0			
	0100							260	06									
	0200							190	06									
14	0300	30-32 OVC	11 <27	B+	1025.0	-5.6	-10	140	05			\ 2.4	-1.1			270	08	2.5
	0400							140	15									
	0500							130	17									
14	0600	X	11 <27		1021.0	-4.5	-9	120	25			\ 4.0	-1.0			270	08	2.5
	0700	E80 OVC	15+			-5	-9	110	12		30.01							
	0800	E80 OVC	15+			-4	-8	110	10		29.93							
14	0900	FU X	1/8	B	1012.4	-3.5	-6	110	11		29.88	\ 8.4	-1.7	08	4.5	270	07	1.5
	1000	F1 X	1/8	B		-4	-5	100	14		29.72							
	1100	F1 X	1/8	B		-4	-5	100	08		29.63							
14	1200	F1 X	1/8	B	1008.0	-1.5	-3	100	10		29.51	\12.4	-1.5	07	3.0			
	1300	F2 X	1/4	B		-2	-3	090	14	10	29.34							
	1400	F4 X	1	B		0	-1	100	16	11	29.19							
14	1500	-NE5 OVC	1	B	994.4	1.5	1	120	15	08	29.05	\15.4	+0.3	08	4.5			
	1600	E25 BKN	3	F		4	4	150	09		29.01							
	1700	E10 BKN	4	F		3	1	190	07		28.91							
14	1800	E2 BKN 10 BKN	2	F	973.8	3.0	-1	200	12	75	28.85	\10.6	+0.5	04	1.0	120	09	4.0
	1900	E4 BKN 10 OVC	1	F		1	1	200	10	78	28.77							
	2000	E SCT E10 OVC	1	F		1	1	210	10	76	28.74							
14	2100	4-4 OVC BL	1/2 <1	F	973.5	1.0	1	200	10	91		\ 6.2	+0.7	09	5.0			
	2200							215	15	09								
	2300							230	08	05								

Date	Time (GMT)	Sky Condition	Vis (miles)	Wx	MSL Press. (mb)	Air Temp (°C)	Dew Pt. (°C)	Wind Dir.	Wind Speed (kts.)	Char.	Alt. Setting (in.)	Press. Tendency (mb)	SST (°C)	Sea Dir. (Deg.)	Sea Ht. (m)	Swell Dir. (Deg.)	Swell Per. (sec.)	Swell Ht. (m)
15	0000	X	1 +2	B+B-	978.9	-2.6	-5	260	13	082		↗ 2.0	+0.6	12	10.0			
	0100							270	06	078								
	0200							280	08	075								
15	0300	X	1/2 <1	B+	979.1	-0.5	-5	280	08	075		↗ 0.2	-0.3	11	10.0			
15	0400	E10 OVC	1	B		-5	-7	280	06	075	29.09							
	0500	E10 OVC	1	B+B	985.3	-5.2	-7	280	01	071	29.09		-0.5	10	9.0			
	0600	F4 X	1/2	B E		-5	-6	280	01	069	29.14	↗ 0.2						
	0700	F4 X	1/2	B E		-5	-5	280	01	069	29.17							
	0730	F4 X	1/2	B E		-5	-5	280	04	068	29.20							
	0800	F4 X	1/2	B		-5	-6	280	07	066	29.23							
	0830	F4 X	1/2	B		-5	-6	280	06	064	29.25							
15	0900	F4 X	1	B-	981.5	-5.5	-7	280	08	061	29.28	↗ 0.2	-0.5	12	8.0			
	0930	E10 OVC	2	B-		-4	-6	280	12	064	29.32							
	1000	E10 OVC	3	B-		-4	-10	290	12	061	29.33							
	1030	E8 OVC	3	B-		-4	-10	290	10	059	29.35							
	1100	E8 OVC	1 1/2	B-F		-4	-9	280	10	059	29.38							
	1130	E8 OVC	2	B-F		-4	-12	280	12	060	29.40							
15	1200	E8 OVC	2	B-F	990.3	-4.2	-9	280	12 (5kt)	060	29.41	↗ 0.2	-0.8	12	9.0			
	1230	E8 OVC	2	B-F		-4	-10	280	10	061	29.44							
	1300	-E E8 BKN 30 OVC	2	B-F		-4	-10	280	10	060	29.45							
	1330	-E E8 OVC	2	B-F		-4	-8	280	09	056	29.46							
	1400	-E E8 OVC	1/2	B-F		-4	-8	280	12	056	29.44							
	1430	-E E8 OVC	2	B-F		-4	-8	280	12	056	29.44							
15	1500	-E E8 OVC	2	B-F	990.9	-4.0	-8	280	09	056	29.49	↗ 2.6	-1.0	10	8.5			
	1530	-E E8 OVC	2 1/2	B-F		-4	-8	280	12	055	29.51							
	1600	-E E8 OVC	2 1/2	B-F		-4	-7	280	12	057	29.52							
	1630	-E E8 OVC	2	B-F		-4	-7	280	12	056	29.53							
	1700	-E E8 BKN	2	B-F		-4	-7	280	10	057	29.54							
	1730	-E E8 OVC	3	B-F		-4	-7	280	10	056	29.57							
15	1800	-E E8 OVC	3	B-F	1001.5	-5.6	-7	280	12	056	29.57	↗ 2.0	-1.4	10	8.0			
	1830	-E E8 OVC	3	B-F		-5	-8	280	12	056	29.58							
	1900	-E E10 BKN	3	B-F		-4	-9	280	10	057	29.61							
	1930	-E E10 BKN	3	B-F		-4	-10	280	08	056	29.64							
	2000	-E E10 OVC	3	B-F		-4	-10	280	10	056	29.65							
15	2100	10-10 BKN BC	2 +5	B scud	1005.9	-4.0	-12	280	08	056		↗ 0.4	-1.0	10	7.5			
16	0000	10-10 OVC	2 +5	B+	1008.7	-4.2	-8	280	03			↗ 2.0	-1.0	10	6.5			

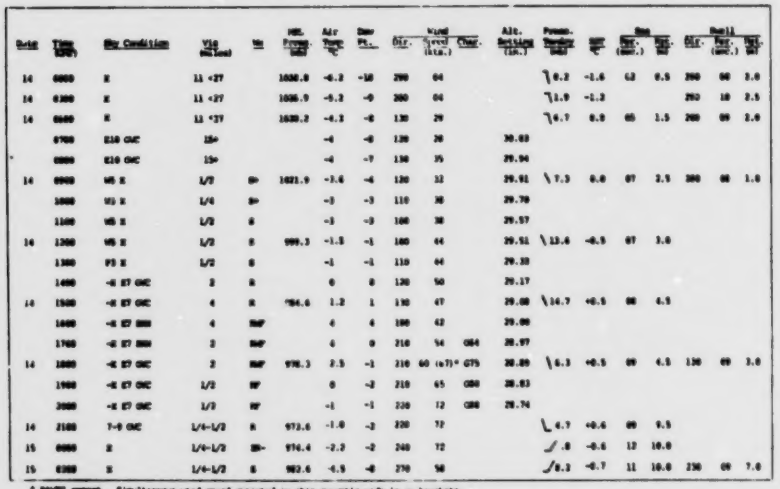
* MARS report. Simultaneous wind speed reported in ship synoptic code is in brackets.
MARS = Private Aviation Weather Reporting Service

Zapata Ugland

Date	Time (GMT)	Sky Condition	Vis (miles)	Wx	MSL Press. (mb)	Air Temp (°C)	Dew Pt. (°C)	Wind Dir.	Wind Speed (kts.)	Char.	Alt. Setting (in.)	Press. Tendency (mb)	SST (°C)	Sea Dir. (Deg.)	Sea Ht. (m)	Swell Dir. (Deg.)	Swell Per. (sec.)	Swell Ht. (m)
15	0000	4-4 OVC Cubic	1/4-1/2	F	976.2	1.1	1	230	12	08		↗ 2.7	+1.2	12	7.5			
	0100							240	09	77								
	0200							250	05	80								
15	0300	4-4 OVC	1/4-1/2	F	983.0	-2.1	-5	250	03	79		↗ 6.6	0.0	10	6.5	210	12	7.5
	0400							250	03	74								
	0500							260	03	75								
	0530	FU X	1/4	B		-3	-6	260	01	75	29.19							
15	0600	FU X	1/4	B	990.1	-3.0	-6	260	04	67	29.20	↗ 7.1	0.0	10	9.0			
	0630	FU X	1/2	B		-3	-6	260	04	67	29.24							
	0700	FU X	1/2	B		-3	-6	260	04	63	29.27							
	0730	FU X	1/2	B		-3	-6	260	05	60	29.32							
	0800							270	03	63								
15	0900	E5 OVC	1	B+	990.6	-4.9	-7	270	04	59	29.46	↗ 6.5	-1.5	12	8.0			
	1000	E5 OVC	1 1/2	B+		-5	-7	280	05	58	29.42							
	1030	E5 OVC	1	B+		-5	-7	290	05	58	29.45							
	1100	F4 X	1/4	B+		-5	-7	280	08	53	29.48							
	1130	F4 X	1	B+		-5	-7	280	08	56	29.45							
15	1200	WT X	1/4	B	1000.1	-5.5	-8	280	08	56	29.50	↗ 3.5	-2.0	12	8.0			
	1230	FU X	1 1/2	B		-6	-9	290	08	55	29.51							
	1300	E7 OVC	2 1/2	B		-6	-9	290	07	56	29.53							
	1330	E10 BKN	4	B		-5	-8	290	06	60	29.55							
	1400	E10 BKN	4	B		-5	-8	290	08	54	29.55							
15	1500	E8 OVC	1	B+	1002.1	-5.6	-8	280	12	58	29.56	↗ 2.0	-2.0	10	5.0			
	1530	E8 OVC	1	B+		-5	-8	280	12	58	29.55							
	1600	E8 OVC	1	B+		-5	-8	280	12	55	29.61							
	1700	-E E10 OVC	1	B+		-5	-8	280	10	56	29.69							
	1730	-E E) BKN 8 OVC	2	B+		-5	-8	280	08	55	29.64							
15	1800	-E3 SCT E20 BKN	2	B+	1005.1	-4.8	-10	280	05 (12)*	52	29.60	↗ 3.0	-2.0	10	8.0			
	1830	-E E8 OVC	1	B+		-5	-10	280	04	52	29.63							
	1900							270	04	50								
	1930	-E E8 BKN	1	B+		-5	-9	280	04	52	29.67							
	2000	-E) SCT E8 OVC	1	B+		-5	-9	280	04	52	29.68							
	2030	-E) SCT E8 OVC	2	B+		-5	-9	280	04	52	29.69							
15	2100	4-4 BKN BL VIS OVC	2 +5	B+	1009.0	-4.7	-12	280	05			↗ 3.9	-2.1	10	7.5			
	2200	E8 OVC	4	B		-5	-9	280	04	51	29.79							
	2300							290	04	51								
16	0000	X	1 +3	B+	1011.2	-4.9	-12	280	04	52		↗ 2.2	-2.0	10	7.0			

* MARS report. Simultaneous wind speed reported in ship synoptic code is in brackets.
MARS = Private Aviation Weather Reporting Service.

SEDCO 706



* PMOS report. Simultaneous wind speed reported in ship synoptic code is in brackets.
PMOS = Private Aviation Weather Reporting Service

Ocean Ranger

Time (GMT)	MEASURED WIND (KNOTS)	10-METRE WIND SPEED* (KNOTS)
141200	44	37
1300	44	37
1400	50	41
1500	47	38
1600	42	33
1700	54	43
1800	60	48
1900	65	53
2000	72	58
2100	72	58
150000	72	58
0300	58	48

Vitesse du vent au niveau d'anémomètre à l'emplacement de l'*Ocean Ranger*, les 14 et 15 février, 1982

Time (GMT)	MEASURED WIND (KNOTS)	10-METRE WIND SPEED* (KNOTS)
140900	41	34
1000	44	37
1100	48	40
1200	50	41
1300	54	44
1400	56	46
1500	55	45
1600	49	39
1700	47	37
1800	52	42
1900	60	49
2000	60	49
2100	78	62
2200	70	56
2300	68	55

Vitesse du vent au niveau d'anémomètre à l'emplacement de la *SEDCO 706*, le 14 février, 1982

* Etabli selon l'œuvre de S.D. Smith (1981) *Factors for Adjustment of Wind Speed Over Water to a 10-Metre Height*, B.I.O. Report BI-R-81-3 March 1981

DONNEES TECHNIQUES — APPENDICE F

APPENDICE F

DONNÉES TECHNIQUES

1. RENTRÉE ET ABANDON D'HIBERNIA J-34 279
Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada
Pièce #196.

2. ARTICLES RÉCUPÉRÉS À LA FAVEUR DE LA MISSION DE PLONGÉE 286
Ordonnée par la Commission Royale
Plongée organisée par Hydrospace Marine Services du 14 juillet au 1er août, 1982.

3. RAPPORTS TECHNIQUES 287
Laboratoire des techniques de sécurité aérienne, Bureau de la sécurité aérienne, Transports Canada, Rapports A à G terminés le 8 septembre, 1983
Pièce #220.
Rapports H à I terminés le 1er mars, 1984
Pièces #279 et 280.

Rapport A, EP 266/82 – Examen des hublots 287
Rapport B, EP 90/83 – Essais de pression des verres des hublots 294
Rapport C, EP 265/82 – Analyse des soupapes à commande par solénoïdes 302
Rapport D, EP 331/83 – Analyse des panneaux schématiques de contrôle des ballasts 313
Rapport E, EP 332/83 – Analyse des ampoules du panneau de contrôle des ballasts 321
Rapport F, EP 333/83 – Essais du panneau de contrôle des ballasts 329
Rapport G, EP 195/82 – Analyse des circuits électriques de contrôle des ballasts et analyse globale 333
Rapport H, EP 72/84 – Démonstration des défaillances des interrupteurs des pompes 336
Rapport I, EP 73/84 – Analyse des défaillances des micro-contacts 339

4. ANALYSE ET CALCULS DES CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE POMPAGE DE L'*OCEAN RANGER* 343
Burness Corlett & Partners (IOM) Limited
Pièce #283.1

5. RAPPORT SUR LE PROGRAMME D'ESSAIS DE MODÈLES HYDRODYNAMIQUES 362
Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Canada et Norwegian Hydrodynamic Laboratories, Trondheim, Norvège.

6. ANALYSE DE LA PERFORMANCE DE L'ÉQUIPEMENT DE SAUVETAGE 373
Robert L. Markle, Chef par intérim, Survival Systems Branch, Merchant Vessel Inspection Division, Office of Merchant Marine Safety, United States Coast Guard, le 29 novembre, 1982.
Pièce #221.

7. DESSINS TECHNIQUES 384

APPENDICE F-1
Rentrée et abandon
d'Hibernia J-34

46° 43' 33.84" N
48° 50' 13.00" W

Présenté par :

R.M. Harvey, P. Eng.
D.C. Strong, P. Eng.
E.P. Lannon, B.Sc. (Géologie)

Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada
St. John's (Terre-Neuve)
15 juillet 1982

INTRODUCTION

Le présent rapport décrit les opérations entreprises par Mobil Oil Canada Limited et Neddrill pour procéder à l'abandon du puits J-34 du champ Hibernia de Mobil et al, après le naufrage de l'*Ocean Ranger*. Le rapport a été préparé par les ingénieurs du bureau de St. John's de l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC), qui a attesté l'authenticité de l'opération. Leurs fonctions premières durant l'abandon ont été les suivantes :

- fournir des données, avec preuves à l'appui, sur l'état du bloc d'obturation anti-éruption de l'*Ocean Ranger* avant la rentrée;
- attester le rebranchement au bloc d'obturation anti-éruption et le retrait de la colonne de forage;
- noter l'emplacement du point de débranchement relativement à l'extrémité cisaillée de la tige afin de confirmer que la colonne a été débranchée sur les mâchoires hydrauliques appropriées;
- inspecter l'extrémité cisaillée afin de s'assurer du bon fonctionnement des mâchoires cisaillantes;
- attester la mesure de la tige de forage retirée du puits afin de s'assurer que le trépan a été remonté dans le tubage avant le cisaillement de la tige;
- attester la mise en place des bouchons mécaniques et des bouchons de ciment avant le retrait du bloc d'obturation anti-éruption;
- s'assurer que l'épave de l'*Ocean Ranger* n'ait pas été dérangée durant les opérations d'abandon.

On trouvera ci-joint les pièces justificatives préparées par Mobil Oil et Neddrill avant et pendant les opérations d'abandon. On a utilisé les unités de mesure anglaises puisqu'il s'agissait du système en vigueur durant le programme de rentrée et d'abandon.

HISTORIQUE

Le 15 février 1982, vers 03 h 00, l'installation de forage semi-submersible *Ocean Ranger* a sombré au cours d'une tempête sur les Grands bancs. L'installation, détenue et exploitée par Ocean Drilling and Exploration Company Limited (ODECO) et sa filiale ODECO of Canada Limited, était liée par contrat à Mobil Oil Canada pour forer le puits J-34 du champ Hibernia de Mobil et al, à environ trois milles à l'ouest-sud-ouest du puits de découverte P-15. Le forage avait débuté le 27 novembre 1982 et la profondeur atteinte était de 12 169 pieds à 16 h 00, le 14 février 1982 (toutes les profondeurs se rapportent à la hauteur de la table de rotation (TR) de l'*Ocean Ranger*). La profondeur totale projetée pour le puits J-34 était de 14 000 pieds.

Au cours de la soirée du 14 février 1982, l'*Ocean Ranger* a signalé qu'en raison de la détérioration des conditions météorologiques et de difficultés mécaniques, on avait été obligé de débrancher le tube conducteur marin et la garniture inférieure du tube conducteur marin (LMRP) du bloc d'obturation anti-éruption en se servant des mâchoires cisaillantes pour couper la garniture de forage. On a indiqué que le trépan avait été retiré du fond et remonté dans un tubage de 9 pouces ⅝ qui avait été descendu jusqu'à une profondeur de 12 014 pieds. Avant le cisaillement, la garniture de forage avait été débranchée sur les mâchoires médianes à fermeture sur tige se trouvant à 6,5 pieds sous les mâchoires cisaillantes.

Après avoir coupé la tige de forage afin de pouvoir retirer la LMRP du bloc d'obturation anti-éruption, les mâchoires cisaillantes ont été laissées en position fermée, ce qui empêchait l'écoulement des fluides du puits si des formations sous-équilibrées hydrostatiquement étaient exposées dans le trou ouvert, bien que les données lithologiques indiquaient que dans les 155 pieds de trou non tubé il n'y avait pas de zones contenant du pétrole ou du gaz.

Après le naufrage de l'*Ocean Ranger*, le bloc d'obturation a été examiné à partir du navire *Balder Cabot* au moyen d'un véhicule télécommandé (VTC) muni d'une caméra vidéo. Cette inspection a permis de constater que le seul dommage visible avait été subi par un pilier de guidage courbé. Les piliers de guidage servent à guider la LMRP à l'intérieur du bloc d'obturation durant les opérations de rebranchement. De plus, le bloc d'obturation était libre de débris, à l'exception d'un morceau de tige de forage qui s'y appuyait.

Le 1er juin 1982, l'APGTC a appuyé la proposition ci-jointe préparée par Mobil et relative à la rentrée et à l'abandon du puits J-34. Cela s'est fait avec l'accord de la Commission royale sur l'*Ocean Ranger*.

ARRIVÉE SUR LES LIEUX ET DÉPLOIEMENT DES ANCRES

Le navire de forage *Neddrill 2* a été retenu par contrat par Mobil pour effectuer les opérations d'abandon. Il a quitté St. John's le 4 juin 1982 à 03 h 00 et est arrivé sur les lieux à 19 h 55 le même jour. Plusieurs jours auparavant, le *Balder Cabot* avait placé une balise sonore appartenant au *Neddrill 2* sur le bloc d'obturation anti-éruption, à l'aide d'un submersible Mantis à 1 atmosphère. Le *Cabot* avait aussi à ce moment-là établi un système d'ancrage proposé en modèle pour le navire de forage.

À son arrivée à l'emplacement du puits, le *Neddrill 2* a déployé quatre ancres. Le représentant de l'APGTC, E.P. Lannon, se trouvait à bord du navire à son départ de St. John's et il a été témoin du déploiement des ancres. Il a été relevé par R.M. Harvey le 5 juin 1982, à 17 h 30.

Dans le but d'améliorer la capacité de tenue des ancres, on a attendu plusieurs heures afin qu'elles se fixent solidement au fond de la mer. On a ensuite appliqué une tension de 100 tonnes à chacune d'elles. L'ancre nº 6 n'a pas résisté et on a dû la déplacer d'un autre 1000 pieds sur le même cap. Les câbles des ancres ont alors été détendus et le navire s'est maintenu sur place au moyen du système de positionnement dynamique. Le système d'ancrage ne devait être utilisé que pour empêcher le navire d'être poussé par le vent ou les vagues au-dessus de l'épave advenant que le système électrique vînt à manquer, mettant ainsi en danger le tube conducteur marin ou la tourelle de plongée si ces dispositifs étaient descendus à ce moment-là.

REBRANCHEMENT

À 00 h 20 le 6 juin 1982, la tourelle de plongée a quitté la surface avec deux plongeurs de Can Dive en saturation. Comme première tâche, les plongeurs devaient placer des balises sonores pour le système de positionnement dynamique (PD). La manoeuvre s'est terminée à 02 h 30. Vers 03 h 00, le système PD a perdu le signal des balises, ce qui semble avoir été provoqué par les bulles s'échappant des appareils des plongeurs. Le navire a effectué le transfert à son blocage par fil tendu jusqu'à ce que le problème fût corrigé. À ce moment-là, on a retiré la balise de l'*Ocean Ranger* du bloc d'obturation et on l'a ramenée à la surface.

À 04 h 20, les câbles de guidage 2 et 4 ont été descendus et attachés au sommet des piliers de guidage de l'obturateur. Le pilier courbé nº 3 a alors été coupé et le gabarit de la garniture du tube conducteur marin inférieur a été descendu jusqu'au fond. Ce gabarit devait servir à mesurer la distance entre le centre du bloc et le centre du récipient de la cosse

de contrôle, et entre celui des raccords de duses et des conduites d'injection afin de s'assurer que la LMRP construite pour le projet s'adapterait au bloc.

À 12 h 00, le gabarit a été placé au-dessus du bloc et un raccordement a été tenté. Cependant, on a constaté qu'un deuxième pilier était également courbé (n° 4) et que le gabarit ne pouvait pas être ajusté convenablement. On a retiré le gabarit et, comme les plongeurs éprouvaient des difficultés avec leur matériel de communication, ils ont dû remonter à la surface afin que l'on réparât la tourelle de plongée.

Plusieurs tentatives ont été faites au cours de l'après-midi et de la soirée du 6 juin pour modifier le gabarit et le descendre sans l'aide des plongeurs. Ces tentatives ont été infructueuses.

À 05 h 45 le 7 juin, on a envoyé les plongeurs couper le pilier n° 4. Ils ont terminé à 06 h 30 et le gabarit a été mis en place. Les calibres d'épaisseur ont été placés sur le récipient de la cosse, ainsi que sur les raccords de duses et des conduites d'injection. L'examen de la position du gabarit sur le bloc a révélé qu'il était légèrement décentré et incliné, ce qui indiquait que les deux autres piliers de guidage étaient également quelque peu tordus et qu'il fallait par conséquent les enlever.

À 10 h 50, le gabarit a été remonté. Les mesures prises par les calibres d'épaisseur ne révélaient aucune différence importante entre les positions des raccords de la LMRP originale et celles du nouveau dispositif.

À 11 h 15, les plongeurs ont commencé à attacher des étiquettes aux tuyaux hydrauliques du bloc d'obturation afin d'indiquer la fonction de chaque conduite. Il était nécessaire d'effectuer cette opération puisqu'il était possible qu'on eût modifié la direction des tuyaux entre les cosses et les diverses pièces d'équipement, et qu'on ne l'eût pas indiqué sur les diagrammes du système d'obturation.

On a étiqueté les conduites suivantes («ouvert» et «fermé») :

obturateur annulaire
mâchoires cisaillantes
mâchoires supérieures à fermeture sur tige
mâchoires médianes à fermeture sur tige
mâchoires inférieures à fermeture sur tige
conduite d'injection externe
conduite d'injection interne
ligne de duse externe supérieure
ligne de duse interne supérieure

Le connecteur H4 inférieur avait trois conduites : verrouillage primaire et déverrouillage primaire et secondaire.

À 16 h 00 le 7 juin, la nouvelle LMRP a été soulevée et placée dans le puits central alors que l'on commençait l'assemblage du tube conducteur marin. À minuit, l'opération était terminée et on a alors tenté de verrouiller le raccord. On y est parvenu à 00 h 30 le 8 juin, après avoir mis un poids supplémentaire sur la LMRP. À 06 h 30, toutes les conduites hydrauliques ont été débranchées, les fonctions vérifiées et le tout rebranché, ce qui a permis de s'assurer de l'acheminement approprié des tuyaux.

OUVERTURE DES MÂCHOIRES CISAILLANTES ET REBRANCHEMENT À LA COLONNE DE FORAGE

Après le raccordement de la LMRP au bloc d'obturation, on a fait un essai de pression de 4500 lb/po² des lignes de duses et des conduites d'injection (les deux ont supporté cette pression avec succès). On a ensuite soumis les lignes de duses à une pression d'environ 550 lb/po² puis on a ouvert les soupapes. La pression a baissé, ce qui indiquait qu'il n'y avait aucune pression sous les mâchoires cisaillantes. On a ensuite appliqué une pression de 500 lb/po² dans la conduite d'injection, puis on l'a ouverte. La pression a baissé à 100 lb/po². Cette pression est due à des contraintes thermiques; on ne la considère pas importante.

À 08 h 40 le 8 juin, on a effectué un test de circulation du puits par la duse supérieure, vers le bas dans la colonne de forage, ensuite vers le haut dans l'espace annulaire, puis vers l'extérieur de la conduite d'injection. La pression appliquée aux pompes était de 1300 lb/po² et le débit d'environ 50 gallons par minute. On a injecté de la saumure d'un poids de 9,2 livres par gallon. La boue de retour avait un poids de 9,1 à 9,2 livres par gallon.

À 13 h 35 le 8 juin, on a ouvert les mâchoires cisaillantes et mis en marche la fraise pour meuler le sommet de la conduite cisaillée. On a utilisé trois joints de masse-tige et cinq éléments de garniture de forage.

À 15 h 00, la fraise fonctionnait depuis environ une demi-heure sans progresser. On a décidé de la retirer du trou pour l'examiner. On a alors constaté qu'il y avait un morceau de tige de forage coincé dans sa gorge ainsi que la partie supérieure d'un outil de débranchement.

Ainsi, l'équipage de l'*Ocean Ranger* avait remonté le dispositif, introduit l'outil de débranchement dans la colonne de forage et replacé cet outil jusqu'au bloc d'obturation, l'arrêtant sur les mâchoires fermées de la tige médiane. Cependant, avant qu'on eût pu désaccoupler le sommet de l'outil de débranchement, on a fermé les mâchoires cisaillantes, ce qui a sectionné la garniture de forage.

Par conséquent, lorsque la fraise tournant en sens horaire a attaqué le sommet de la tige cisaillée, elle a dévissé les filets à gauche de l'outil de débranchement, le libérant ainsi de sa partie inférieure. En poursuivant sa rotation, la fraise n'a fait qu'endommager les filets de l'outil. Lorsqu'on a retiré la fraise, on a récupéré l'extrémité supérieure de la tige cisaillée.

On a tenté à quelques reprises au cours de la soirée du 8 juin de fixer de nouveau l'outil de débranchement, mais sans succès. À 06 h 30 le 9 juin, l'équipe de forage a réussi à le fixer à la partie inférieure de l'outil de débranchement en se servant de la partie supérieure en bon état d'un outil semblable. On a alors appliqué une tension atteignant 320 000 livres (comparativement à un poids total de 350 000 livres pour la colonne) avant que le raccord ne se rompe. À l'examen des filets de l'outil de débranchement, on a constaté qu'il n'avait été mis en prise qu'en partie seulement.

À 07 h 00, on a fait une autre tentative. Quatre rainures également espacées ont été meulées à angles droits par rapport aux filets de l'outil de débranchement original. On a ensuite descendu le tout et on l'a vissé dans la partie inférieure de l'outil. Mobil craignait que ce raccord lâchât une deuxième fois et a par conséquent décidé de manoeuvrer la tige en la faisant passer dans les mâchoires fermées, c'est-à-dire de garder un ensemble de mâchoires fermées en tout temps pendant qu'on retirerait la tige du trou. Ainsi, si le raccord venait à lâcher, la partie inférieure cylindrique à grand diamètre de l'outil de débranchement serait arrêtée par la mâchoire, ce qui entraînerait probablement la rupture de la colonne juste sous cette mâchoire. L'outil de débranchement étant alors enlevé de la colonne, la récupération de la tige de forage du trou serait grandement simplifiée.

À 19 h 00 le 9 juin, on a imprimé une tension à la colonne de forage. Les mâchoires n° 3 et n° 4 étaient toutes deux fermées. Une tension de 370 000 livres a été nécessaire avant que la colonne ne commençât à bouger. À 01 h 00 le 10 juin, l'outil de débranchement a été récupéré et enlevé de la colonne de forage. La longueur de l'outil de débranchement et celle de la tige cisaillée atteignaient ensemble 77¼ pouces, ce qui correspond à la distance entre la mâchoire médiane et la mâchoire cisaillante.

Après avoir retiré l'outil de débranchement, on a descendu la colonne de forage jusqu'au fond afin de déterminer la profondeur atteinte par l'*Ocean Ranger*. Après cette opération, on a retiré la tige du trou pour la mesurer. Voici les résultats :

NEDDRILL		
5 longueurs de tige	502	
1 longueur simple de tige sur la tige carrée d'entrainement	22	
	524	pieds
ODECO		
115 longueurs de tige	10,66- 63	
1 tige double	62,72	
1 joint de tube court	21,73	
6 tiges de forage lourdes	182,22	
16 masse-tiges de 6¾"	496,18	
1 coulisse	16,22	
2 masse-tiges de 6¾"	62,33	
1 stabilisateur de 8½"	3,95	
1 masse-tige de 6¾" en monel	29,80	
1 stabilisateur de 8½"	4,08	
1 turbine	57,52	
1 trépan	2,00	
	11 603,38	pieds
Longueur totale de la colonne	12 127,38	pieds
Différence d'élévation *Neddrill/OR*	51	pieds
Étirement de la colonne de forage Environ	4	pieds
	12 182	pieds
Table de rotation de l'*Ocean Ranger* jusqu'aux mâchoires médianes à fermeture sur tige	328	pieds
Outil de débranchement	8	pieds
Colonne de forage de l'*Ocean Ranger*	11 603	pieds
	11 940	pieds

Le sabot du dernier cuvelage se trouve à 12 014 pieds. Par conséquent, la colonne a été tirée d'environ 75 pieds à l'intérieur du sabot.

Cela, ainsi que la présence de l'outil de débranchement, indique que le puits a été fermé de façon méthodique et convenable. De plus, l'examen du sommet de la tige cisaillée montre que les mâchoires cisaillantes ont fonctionné correctement en coupant la tige.

MISE EN PLACE DES BOUCHONS MÉCANIQUES ET DES BOUCHONS DE CIMENT

À 01 h 00 le vendredi 11 juin 1982, le premier de deux bouchons provisoires a été mis en place à l'aide d'un câble métallique Schlumberger à une profondeur de 11 826 pieds. Ce bouchon a été essayé à une pression de 2500 lb/po² pendant cinq minutes. À 10 h 00, un conteneur de ciment a été descendu sur le câble métallique pour constituer un bouchon de ciment de 15 pieds sur le dessus du bouchon mécanique.

C'est à ce moment que R.M. Harvey a été remplacé par D.C. Strong.

Le deuxième bouchon a été placé à une profondeur de 1497 pieds à 12 h 00; il a aussi été essayé à une pression de 2500 lb/po². On a ensuite pompé un coulis de ciment dans la tige de forage afin de constituer un bouchon de ciment de 150 pieds au-dessus du bouchon provisoire. Puis, on a remonté la tige de forage jusqu'à 1200 pieds, inversé l'injection pour enlever toute trace de ciment de la colonne et retiré la tige de forage du trou.

À 18 h 45, le bloc d'obturation a été déverrouillé et les opérations de récupération ont débuté. À 22 h 30, le bloc d'obturation était hors de l'eau et on s'apprêtait à couper les pattes de piliers, les câbles de guidage et le support de balise afin de faciliter la fixation du bloc.

À 01 h 00 le 12 juin 1982, on a commencé à installer les poutres de soutien. On a ensuite assemblé la charpente de la glissière autour du bloc d'obturation, afin de pouvoir débrancher le tube conducteur marin. Le bloc d'obturation a alors été glissé dans la rainure en T entre les deux blocs d'obturation *Neddrill* pour être ramené à St. John's.

À 07 h 00, le bouchon anti-corrosion a été descendu jusqu'à la tête de puits sur la tige de forage. Le bouchon a été mis en place à 07 h 30 et l'on a débranché la tige de forage.

À 08 h 00, on a commencé à s'occuper des ancres. Le *Boltentor* et le *Nordertor* ont d'abord récupéré les ancres 6 et 7 qui se trouvaient des deux côtés de l'épave de l'*Ocean Ranger* en maintenant une tension sur les câbles d'amarrage et en exerçant une traction pendant qu'on les remontait sur les guindeaux. Rien ne laissait supposer que l'épave de l'*Ocean Ranger* fut dérangée pendant cette opération. On a ensuite récupéré les ancres de tribord. L'examen des câbles 6 et 7 a révélé que quelques torons étaient cassés.

À 14 h 30, toutes les ancres étaient récupérées, les hydrophones étaient retirés et le système de câbles tendus était remonté. Les navires ont alors fait route sur St. John's. Pendant le trajet, les longueurs de tige de forage de l'*Ocean Ranger* ont été soulevées, démontées et empilées.

Les navires sont arrivés à St. John's à 08 h 00, le 13 juin 1982. On a demandé à Mobil Oil de garder en lieu sûr la tige cisaillée et l'outil de débranchement, en attendant la décision de la Commission royale relativement à leur emploi.

Il semble qu'en aucun temps l'épave de l'*Ocean Ranger* n'ait été dérangée pendant cette opération.

Robert M. Harvey
Derek C. Strong
Edward P. Lannon

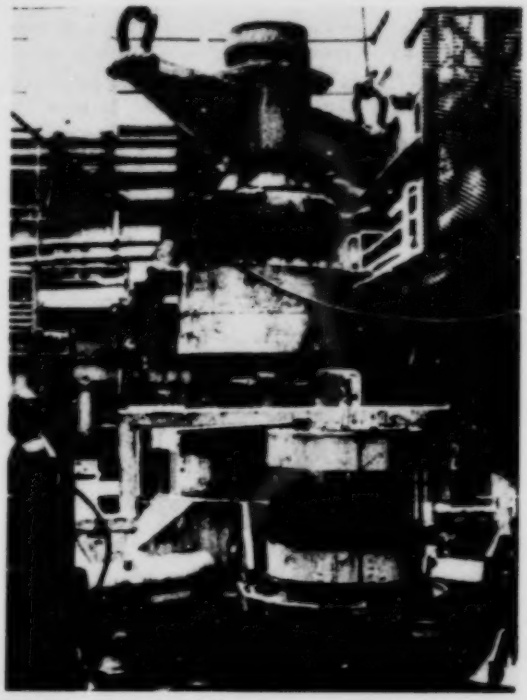


FIGURE 1 Garniture du tube conducteur marin inférieur (LMRP) de l'*Ocean Ranger*

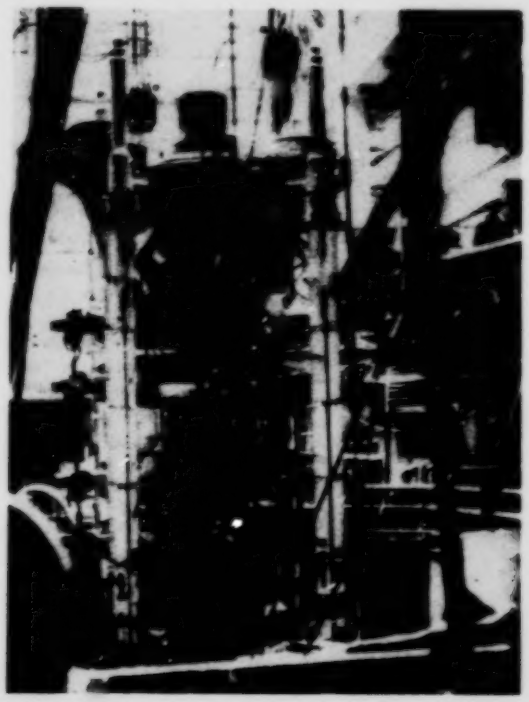


FIGURE 2 Bloc d'obturation de l'*Ocean Ranger* (juin, 1981)

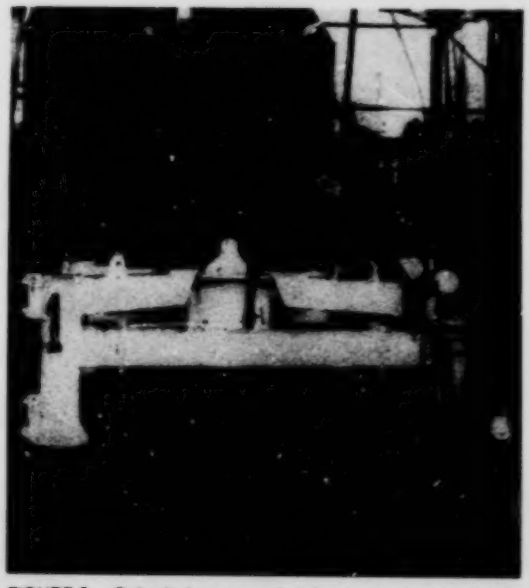


FIGURE 3 Gabarit de mesure du tube conducteur marin inférieur

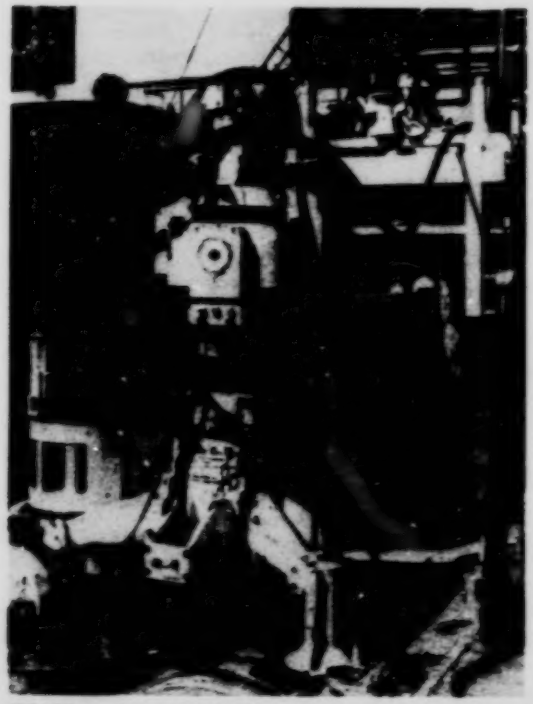


FIGURE 4 Ensemble LMRP de Mobil pour la rentrée à Hibernia J-34. Remarque: Une seule cosse de contrôle a éte installée.

FIGURE 5 Fluide de forage pompé du puits J-34

FIGURE 6 Fraise retirée du trou avec un morceau de garniture coincé dans sa gorge. Remarquez la partie supérieure de l'outil de débranchement.

FIGURE 7 Fraise utilisée pour meuler l'extrémité cisaillée de la tige de forage

FIGURE 8 Tige cisaillée retirée de la fraise

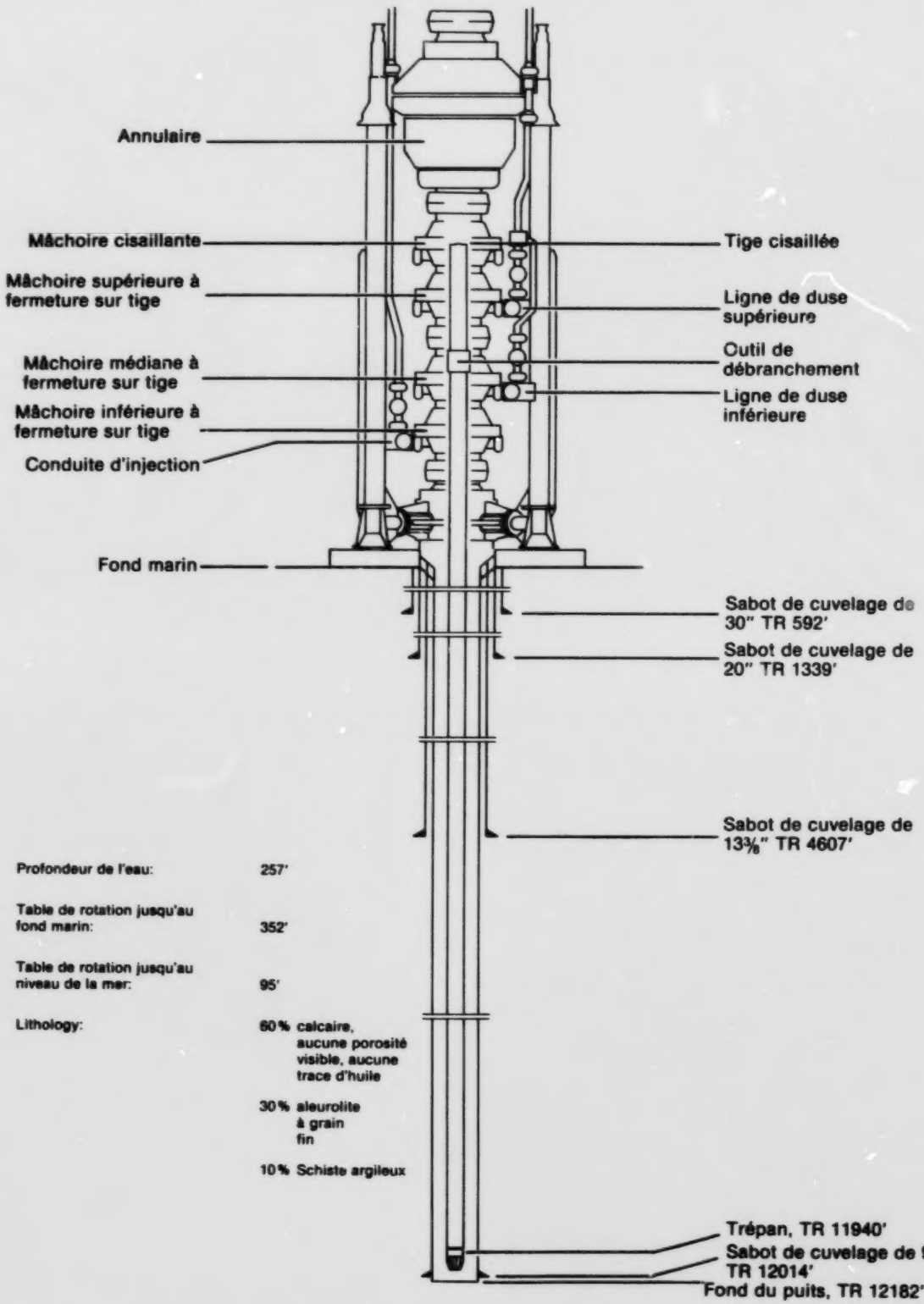


FIGURE 9 Schéma du puits Hibernia J-34

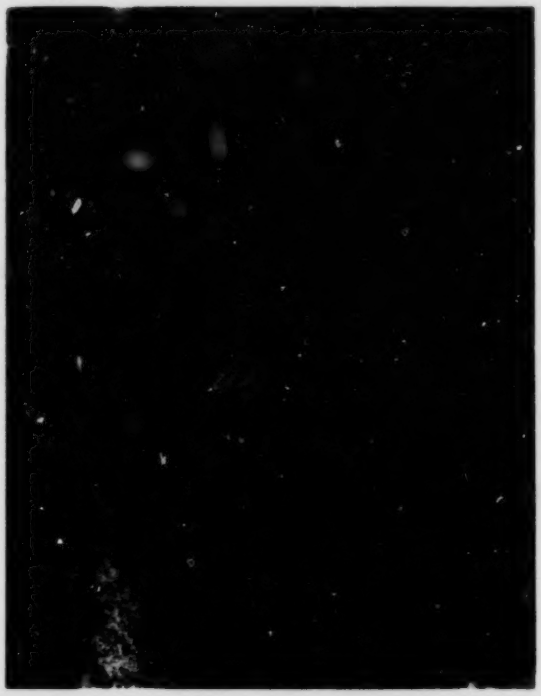


FIGURE 10 Outil de débranchement de l'*Ocean Ranger*. La partie inférieure cylindrique à grand diamètre en acier est conçue pour s'appuyer sur les mâchoires du bloc d'obturation

FIGURE 11 Trépan de l'*Ocean Ranger*

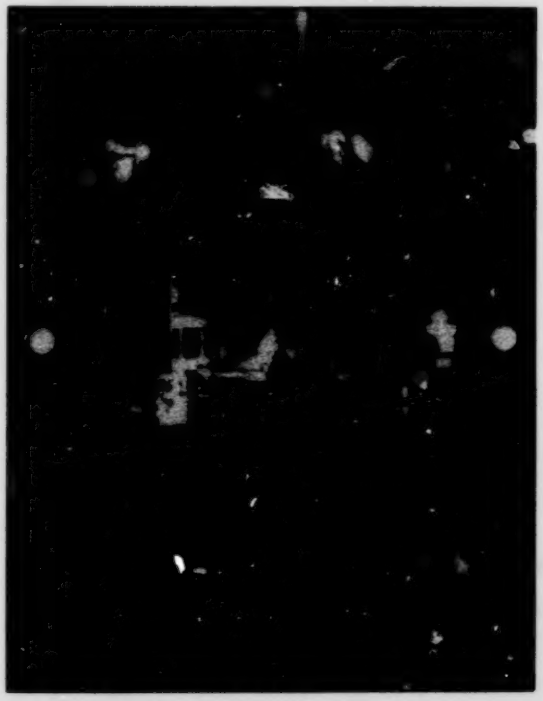


FIGURE 12 Bloc d'obturation de l'*Ocean Ranger* dans le puits central du *Neddrill 2*

FIGURE 13 Bloc d'obturation ramené

APPENDICE F-2
Articles récupérés à la faveur de la mission de plongée ordonnée par la Commission royale

1. Une section de la jambe de la plate-forme comportant un hublot au verre cassé et son contre-hublot en place.

2. Un hublot au verre intact et son contre-hublot en place.

3. Un hublot au verre cassé et son contre-hublot en place.

4. Deux sections horizontales du panneau d'instruments (sans les interrupteurs) provenant de l'extrême gauche et de l'extrême droite du panneau de contrôle des ballasts.

5. Interrupteurs et lampes témoins des panneaux ci-dessus.

6. Deux sections horizontales du panneau d'instruments provenant du centre du panneau de contrôle, avec les interrupteurs.

7. Six bancs de soupapes pneumatiques à commande par solénoïdes; 18 tiges de commande manuelle insérées dans les soupapes à commande par solénoïdes.

8. Huit paquets de livres et de documents retirés de la salle de contrôle des ballasts.

APPENDICE F-3
Rapports techniques, A à I,
préparés par le

Laboratoire des techniques de sécurité aérienne,
Bureau de la sécurité aérienne,
Transports Canada.

RAPPORT A **Examen des hublots**

RAPPORT B **Essais de pression des verres des hublots**

RAPPORT C **Analyse des soupapes à commande par solénoïdes**

RAPPORT D **Analyse des panneaux schématiques de contrôle des ballasts**

RAPPORT E **Analyse des ampoules du panneau de contrôle des ballasts**

RAPPORT F **Essais du panneau de contrôle des ballasts**

RAPPORT G **Analyse des circuits électriques de contrôle des ballasts et analyse globale**

RAPPORT H **Démonstration des défaillances des interrupteurs des pompes**

RAPPORT I **Analyse des défaillances des micro-contacts**

[Note du rédacteur : Avec l'approbation de l'auteur, on a apporté certains changements à la rédaction de ses rapports pour faciliter la publication.]

RAPPORT «A»
RAPPORT TECHNIQUE
EP 266/82
EXAMEN DES HUBLOTS
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 Le 15 février 1982, l'*Ocean Ranger*, installation de forage mobile, a chaviré et coulé pendant une forte tempête à 180 milles au large de la côte de Terre-Neuve. Les 84 hommes qui se trouvaient à bord ont tous péri. La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne, du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant trois hublots qui lui ont été envoyés avec lettre d'accompagnement datée du 3 août 1982.

1.2 La Commission demandait formellement au Laboratoire de tenter de déterminer ce qui suit :

a) le type de verre utilisé dans les hublots;
b) la pression uniforme requise pour faire éclater le verre du hublot reçu en bon état;
c) la direction des forces qui ont fait éclater le verre des deux autres hublots;
d) de quelle façon le verre a été enlevé dans l'un des hublots reçus;
e) les contre-hublots étaient-ils ouverts ou fermés lorsque le verre a éclaté;
f) le couple requis pour desserrer les boulons des contre-hublots;
g) autres remarques relatives aux dommages subis par les hublots.

1.3 D'autres communications avec la Commission royale le 14 décembre 1982 ont permis d'identifier plus spécifiquement les hublots reçus. La partie des plans n° P-0403 de la salle de contrôle des ballasts a été consultée, et un point de référence B4, tel qu'il est indiqué sur le plan, a permis de localiser le hublot intérieur arrière qui était identifié Hublot n° 1. Les hublots ont été subséquemment numérotés en sens anti-horaire 1-4 sur le plan. Les hublots reçus ont été encore identifiés ainsi qu'il suit :

N° 1 — Hublot arrière intérieur, cassé, contenant des fragments de verre. Ce hublot a été enlevé pendant les plongées d'inspection afin de pouvoir pénétrer dans la salle de contrôle des ballasts;

N° 2 — Hublot non brisé (à utiliser pour l'essai d'éclatement);

N° 4 — Hublot, un de deux, placé dans une plaque de garniture «de présentation». Cassé, ne contenant pas de fragments de verre.

Il a été indiqué que les trois hublots reçus avaient été récupérés pendant les plongées d'inspection postérieures au désastre.

EXAMEN

2.1 Les trois hublots reçus sont visibles sur la photographie 1, numérotés 1, 2 et 4. Les boulons des contre-hublots des hublots 1 et 4 étaient serrés «à la main» seulement et il a été facile de les enlever (aucune indication de couple). Les boulons du contre-hublot du hublot n° 2 étaient «grippés» dans leurs filets, vraisemblablement à cause de leur immersion dans l'eau de mer. Une fois ces boulons «dégrippés», on a également déterminé qu'ils avaient été serrés à la main et, subséquemment, on a pu les enlever facilement. La force requise pour relâcher les boulons grippés n'était pas directement proportionnelle à la force de serrage réelle appliquée sur le contre-hublot. La photographie 2 fait voir les trois hublots avec leurs contre-hublots ouverts.

2.2 Un premier examen des hublots tels qu'on les a reçus a été fait. Les mesures pertinentes ont été prises et une brève description de ces dernières a été dressée.

HUBLOT N° 1, PHOTOGRAPHIES 3 ET 4

Le verre du hublot était cassé, laissant des fragments de verre de façon continue autour de la circonférence du hublot. Les fragments de verre étaient retenus en place par la bague de blocage. L'épaisseur du verre a été mesurée à différents endroits autour de la circonférence et elle était en moyenne de 14,95 mm (0,59 pouce). Le diamètre interne de la bague de blocage du verre a été mesuré en trois points à 120° l'un de l'autre et l'on a calculé qu'il était de 459 mm (18,09 pouces) dans chaque cas, indiquant que la bague n'était pas ovalisée. Le diamètre externe de la bague de blocage, mesuré de la même façon, était de 476 mm (18,74 pouces) dans chaque cas. On a également tenu pour acquis que cette mesure était approximativement égale au diamètre du verre du hublot (après avoir tenu compte du jeu permettant l'expansion du verre).

La surface intérieure du contre-hublot a été examinée au microscope optique. La surface intérieure présentait une teinte brun-doré avec un motif erratique bien distribué de piqûres dues à la corrosion. Les piqûres dues à la corrosion ont été jugées importantes par comparaison avec celles des deux autres contre-hublots. L'importance relative de l'attache corrosive était du genre post-récupération. Il y avait une fine distribution de particules réfléchissantes concentrées sur une partie de la surface intérieure. Les particules étaient en surface, non incrustées, et un échantillon a été

prélevé aux fins d'un examen plus approfondi. L'analyse radioscopique à énergie dispersive a révélé que les particules étaient composées surtout de cristaux de sel considérés résulter de l'évaporation de l'eau de mer. Cependant, l'analyse a révélé qu'une des particules récupérées était une particule de verre. Il ne semblait pas y avoir prédominance d'égratignures minuscules sur la surface intérieure du contre-hublot comme celles qui pourraient être causées par du verre cassé frappant la surface.

HUBLOT N° 2, PHOTOGRAPHIES 5 ET 6

Le verre du hublot n° 2 était intact. On n'a trouvé aucune marque visible de dommage. L'épaisseur du verre, mesurée à différents endroits, était en moyenne de 14,7 mm (0,58 pouce). Une règle placée sur la surface du verre a permis de constater que la surface était relativement plate mais qu'il y avait une légère concavité du côté intérieur mesurant 0,20 mm (0,008 pouce) au centre du verre. Le diamètre interne de la bague de blocage mesuré en trois points à 120° l'un de l'autre était de 460 mm (18,11 pouces) dans chaque cas, indiquant que la bague n'était pas ovalisée. Le diamètre externe de la bague de blocage mesuré de la même façon était de 476 mm (18,74 pouces) dans chaque cas. L'examen optique de la surface intérieure du contre-hublot a révélé des piqûres mineures dues à la corrosion à la suite d'une exposition à l'eau salée.

HUBLOT N° 4, PHOTOGRAPHIES 7 ET 8

Il n'y avait pas de verre dans le hublot n° 4. Le joint en caoutchouc du verre était en place dans la gorge du joint de la bride de support du verre. Le joint était rompu à un endroit adjacent à la charnière du contre-hublot, photographie 9, mais aucune partie du joint ne manquait. Sur les bords extérieurs de la bride de support du verre et du hublot, on a observé de nombreuses marques de coups et rainures, photographie 10. Ces marques étaient de couleur claire et semblaient être réparties au hasard sur toute la circonférence du hublot. Les marques semblaient résulter de coups concentrés et répétés. Les essais ont démontré que l'orientation et l'importance des marques pouvaient résulter uniquement de coups frappés de l'extérieur du hublot. Elles étaient de couleur claire (indiquant qu'elles étaient récentes) et l'on a déterminé qu'elles ont été faites très vraisemblablement pendant l'enlèvement du hublot de la structure de l'installation de forage. La bague de blocage du verre était toujours en place et la largeur de la gorge qui retenait le verre a été mesurée. La largeur de la gorge mesurée à partir de la partie supérieure du joint était de 14,5 mm (0,59 pouce) et, sans le joint, la gorge mesurait 16 mm (0,63 pouce). Le diamètre interne de la bague de blocage tel qu'il a été mesuré en trois points à 120° l'un de l'autre était de 459 mm (18,07 pouces) et le diamètre intérieur était de 476 mm (18,74 pouces) dans chaque cas, indiquant qu'elle n'était pas ovalisée. A l'instar du contre-hublot du hublot n° 2, la surface intérieure du contre-hublot du hublot n° 4 présentait de faibles quantités de piqûres dues à la corrosion à la suite d'une exposition à l'eau salée. Il ne semblait pas y avoir prédominance d'égratignures sur la surface intérieure du contre-hublot comme celles qui pourraient être causées par du verre cassé frappant la surface.

2.3 L'examen détaillé du hublot n° 1 a révélé que les débris de verre étaient inclinés vers le côté intérieur du hublot. A l'aide d'un niveau et d'un indicateur à cadran, il a été possible de mesurer la pente du verre sur la surface extérieure. L'angle calculé de la déclivité de la surface du verre était de 2,3 degrés. La direction de la pente du verre indique qu'une force agissant vers l'intérieur sur le verre a entraîné la rupture. La bague de blocage a été sortie du hublot et le verre enlevé, photographie 11. Le joint en caoutchouc du verre a été trouvé intact et en place dans sa gorge. L'une des caractéristiques distinctives des fragments de verre était le motif des fissures, photographie 12. Dans tous les cas, la surface extérieure du verre avait pris la forme de ce que l'on pourrait appeler «une lèvre de cisaillement». Ce motif de fissures est caractéristique d'un bris par surcharge de pliage, la direction de la force agissant à partir de l'extérieur sur le côté intérieur du verre.

2.4 L'examen détaillé du hublot n° 4 a révélé une «lèvre» métallique saillante sur la bague de blocage, photographie 13. Cette lèvre était continue sur la circonférence de la bague du côté adjacent au verre. La bague a été enlevée et examinée plus à fond. La photographie 14 montre une coupe transversale polie et attaquée chimiquement de la bague de blocage du hublot n° 4 illustrant la lèvre saillante. L'examen de la structure du matériau à proximité de la lèvre a révélé un motif de refoulement du matériau, motif révélateur d'une déformation de la bague à ce point par cisaillement. Aux fins de comparaison, une coupe de la bague a été faite à 180° par rapport à la section montrée sur la photographie 14. La magnitude de la déformation par cisaillement ne semblait pas différer d'une quelconque quantité mesurable. Ce motif de déformation par cisaillement et la lèvre saillante continue autour de la circonférence de la bague indiquent que la rupture du verre s'est produite vers l'intérieur comme résultat d'une charge ayant un impact puissant et uniformément distribuée sur la surface du verre. Un examen identique de la coupe transversale de la bague du hublot n° 1 a été fait. Il n'y avait pas de lèvre saillante ni de signe évident de déformation par cisaillement sur la surface de la bague adjacente au verre.

2.5 L'examen métallurgique de la microstructure des bagues de blocage a révélé une étroite bande de lignes de glissement de déformation (caractérisées par un motif de hachures transversales) juste sous la surface de la bague qui s'accouple au verre, photographies 15 et 16. Le motif des lignes de glissement se prolongeait plus loin sous la surface de la bague du hublot n° 4 et, il était beaucoup plus évident dans la partie de la lèvre saillante, photographie 17. Des lignes de glissement se forment sous l'effet de la déformation du matériau et sont caractérisées par un motif de hachures transversales.

2.6 L'analyse radioscopique à énergie dispersive a révélé que le matériau de la bague de blocage du verre du hublot était un alliage coulé de cuivre et de bronze contenant du plomb, de l'étain et du zinc comme éléments d'alliage. Les tests de degrés Brinell des sections transversales des bagues ont donné des chiffres de Brinell de 40-45 (BHN, charge de 500 kgm) dans le cas des deux bagues.

2.7 Le motif granulaire du bris du verre du hublot n° 1 et l'absence de tout éclat pointu caractéristique sont typiques des bris du verre trempé. L'examen du verre n'a pas révélé de laminations et l'on a conclu que le verre utilisé pour ce hublot était du verre trempé.

EXPOSÉ

3.1 L'analyse métallurgique des bagues de blocage indique que les charges appliquées sur le verre du hublot n° 4 étaient d'une magnitude supérieure et ressemblaient plus à un impact que les charges appliquées sur le verre du hublot n° 1. Nous estimons qu'il est très probable que le verre du hublot n° 4 a éclaté à cause de l'impact dynamique d'une vague de l'océan. D'autre part, l'absence de toute déformation importante du matériau de la bague de blocage du hublot n° 1 laisse plutôt supposer un état de charge statique. Des charges de pression statiques seraient appliquées comme résultat d'un enfoncement jusqu'au fond marin s'il y avait une pression différentielle dans le verre. Ceci aurait nécessité que le contre-hublot soit fermé et scellé, emprisonnant ainsi une poche d'air du côté intérieur du verre. Les charges de pression statiques seules n'auraient pas été suffisantes pour faire éclater le verre du hublot. Toutefois, un coup concentré au moyen d'un objet pointu aurait pu facilement faire éclater du verre trempé surtout s'il était déjà soumis à une charge de pression. Par conséquent, nous estimons que le verre a été vraisemblablement frappé par un objet quelconque pendant qu'il était sous l'eau.

3.2 Si l'on avait observé des particules de verre incrustées dans la surface intérieure du contre-hublot du hublot nº 4, ou si des égratignures caractéristiques avaient été observées sur cette surface, une conclusion positive aurait pu être tirée à savoir que le contre-hublot était fermé lorsque le verre a éclaté sous l'effet des charges dynamiques imposées par l'impact des vagues. Même si ce n'est pas une preuve nécessairement concluante, l'absence de telles marques-témoins laisse croire que le contre-hublot du hublot nº 4 était ouvert à ce moment-là.

CONCLUSIONS

4.1 Le type de verre utilisé dans les hublots était du verre trempé.

4.2 La pression uniforme requise pour faire éclater le verre du hublot nº 2 sera déterminée par un essai distinct, voir le Rapport B du LTSA, (EP-90/83).

4.3 Le verre des hublots nº 1 et nº 4 a éclaté comme résultat des forces appliquées vers l'intérieur. Une direction plus définitive de la force par rapport à la surface du verre n'a pu être déterminée.

4.4 Il y avait des marques de coups répétés sur la bride externe du support du verre du hublot nº 4, lequel ne contenait pas de verre.

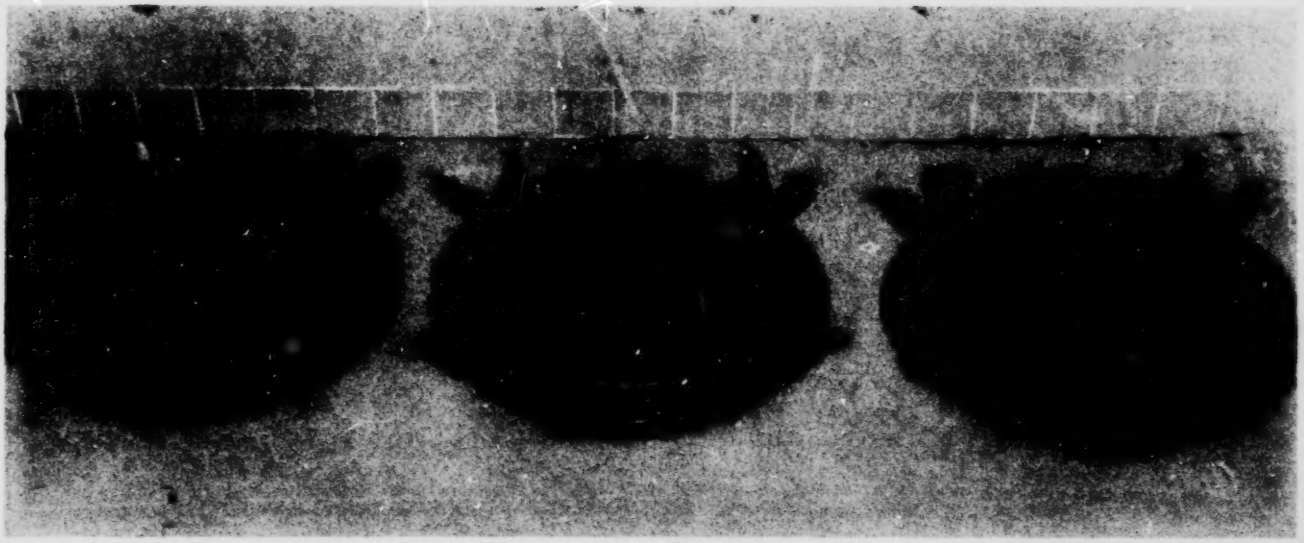
4.5 Il n'y avait pas suffisamment de marques sur le hublot, marques qui auraient pu permettre de déterminer de façon concluante de quelle façon le verre a été enlevé.

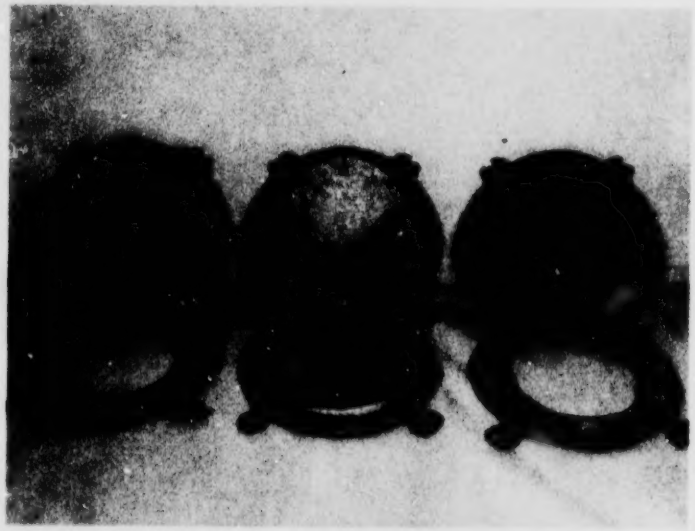
4.6 L'analyse indique que le verre du hublot nº 1 a probablement éclaté sous l'effet des charges de pression uniformes résultant de l'enfoncement jusqu'au fond marin, combinées à un coup sur le verre pendant qu'il était sous l'eau. Nous concluons également que le contre-hublot était fermé lorsque le verre a éclaté.

4.7 Le verre du hublot nº 4 a éclaté à cause des charges dues à un impact, vraisemblablement résultant des vagues en surface. Nous avons également estimé que le contre-hublot était probablement ouvert au moment du bris.

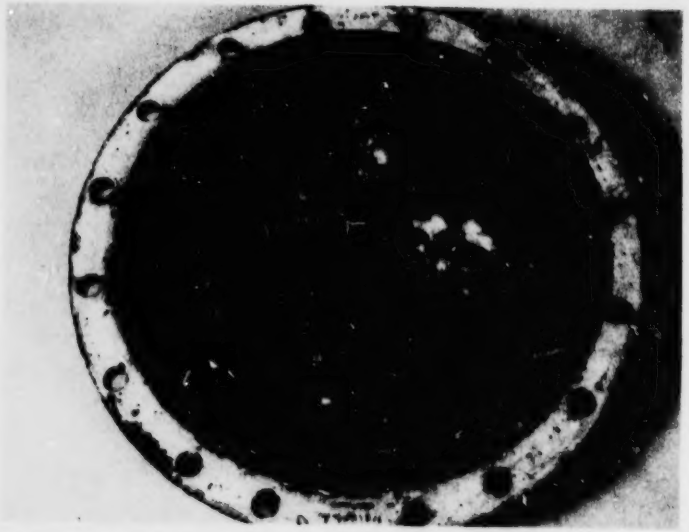
4.8 Les boulons des contre-hublots des hublots 1, 2 et 4 étaient serrés à la main et nous n'avons pu enregistrer aucun couple important pendant le déblocage.

PHOTOGRAPHIE 1 Hublots tels qu'on les a reçus, avec contre-hublots fermés, identifiés par les chiffres 1, 2 et 4.

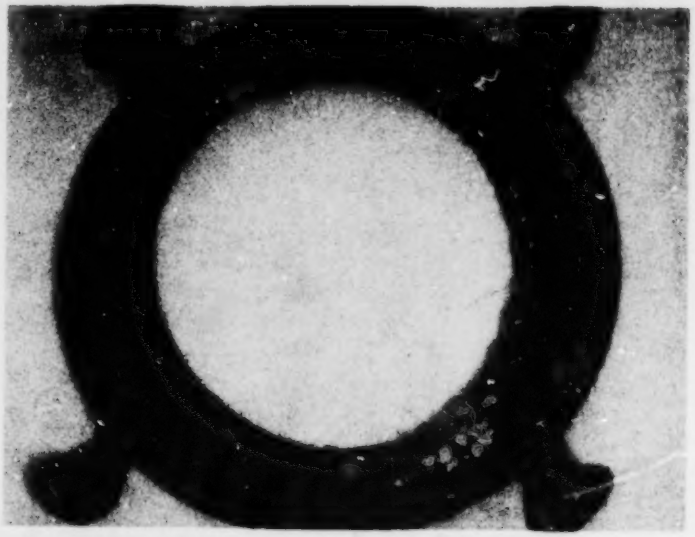




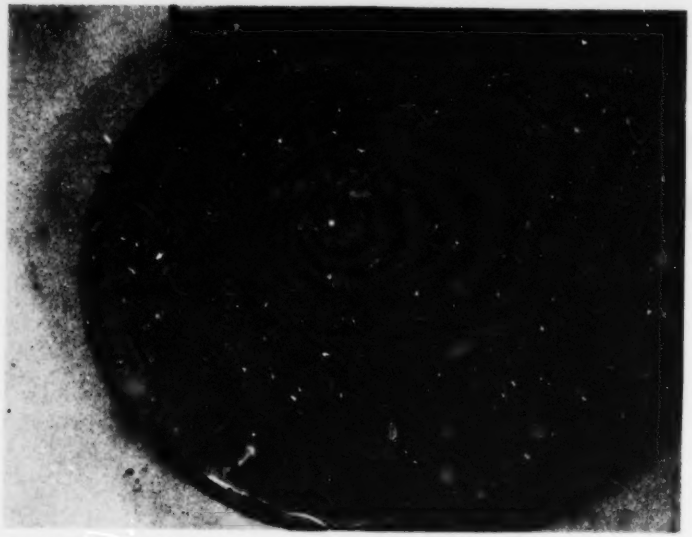
PHOTOGRAPHIE 2 Hublots avec contre-hublots ouverts, montrant l'état du verre dans chaque cas.



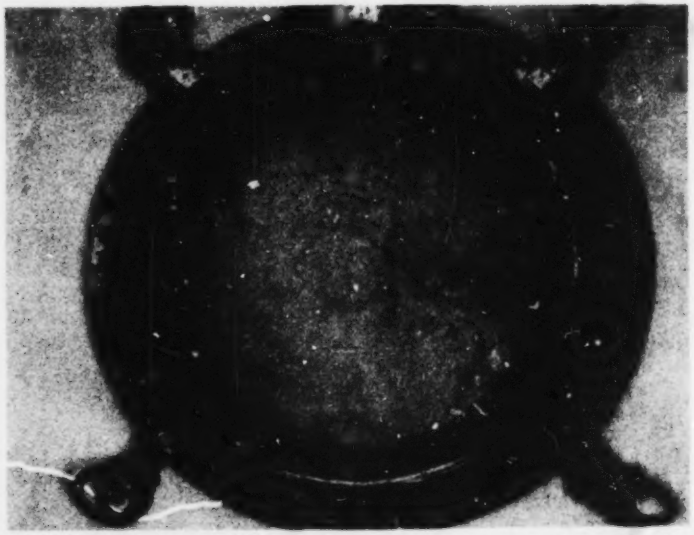
PHOTOGRAPHIE 3 Hublot nº 1, contre-hublot fermé. Vue vers l'intérieur.



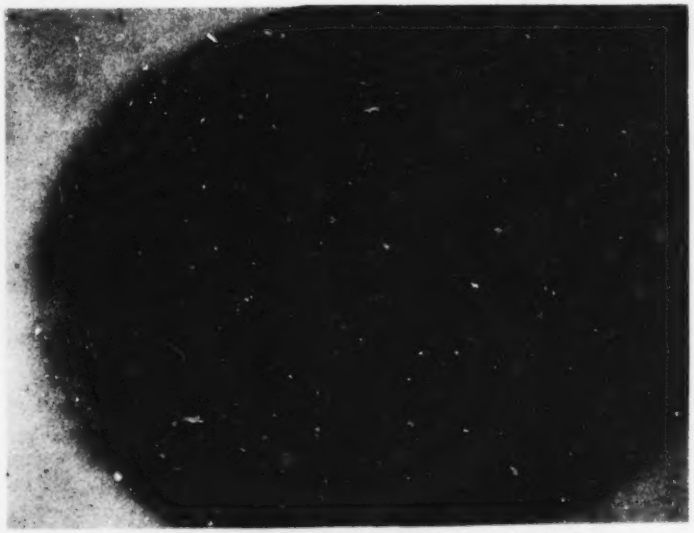
PHOTOGRAPHIE 4 Hublot nº 1, contre-hublot ouvert. Vue vers l'extérieur. Remarquer les fragments de verre en motif continu à la circonférence.



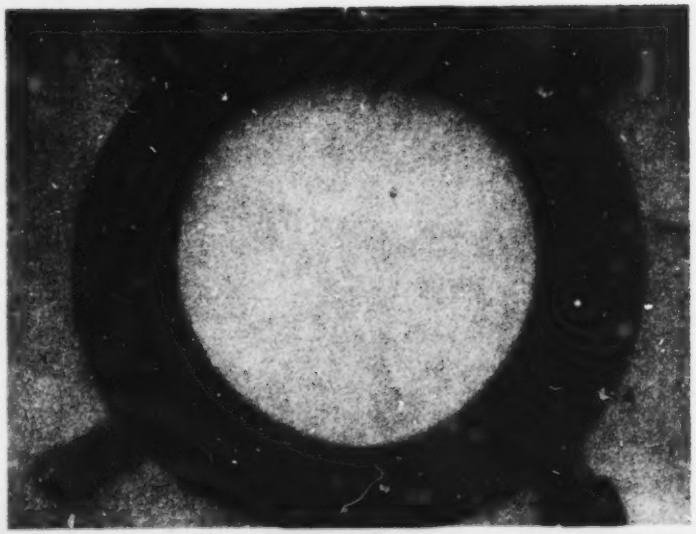
PHOTOGRAPHIE 5 Hublot nº 2, contre-hublot fermé. Vue vers l'intérieur.



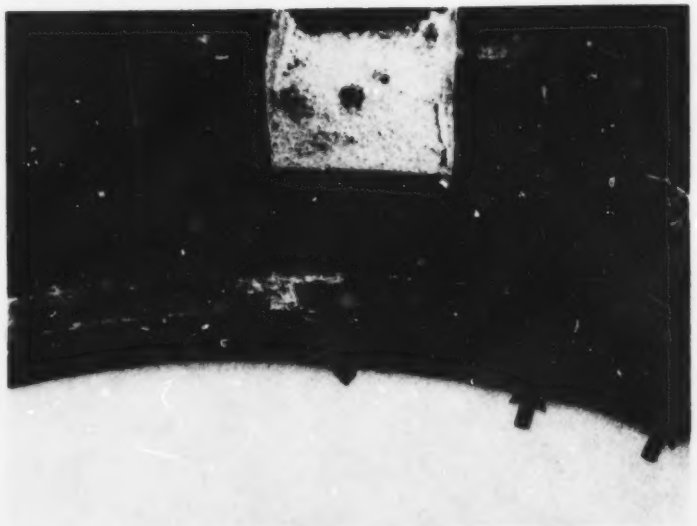
PHOTOGRAPHIE 6 Hublot nº 2, contre-hublot ouvert. Vue vers l'extérieur. Remarquer le verre intact.



PHOTOGRAPHIE 7 Hublot nº 4, contre-hublot fermé. Vue vers l'intérieur.



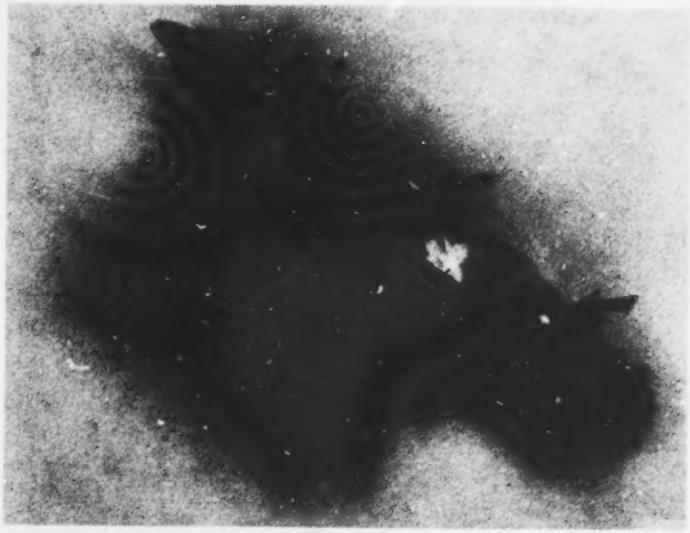
PHOTOGRAPHIE 8 Hublot nº 4, contre-hublot ouvert. Vue vers l'extérieur. Remarquer le verre complètement enlevé, aucun fragment.



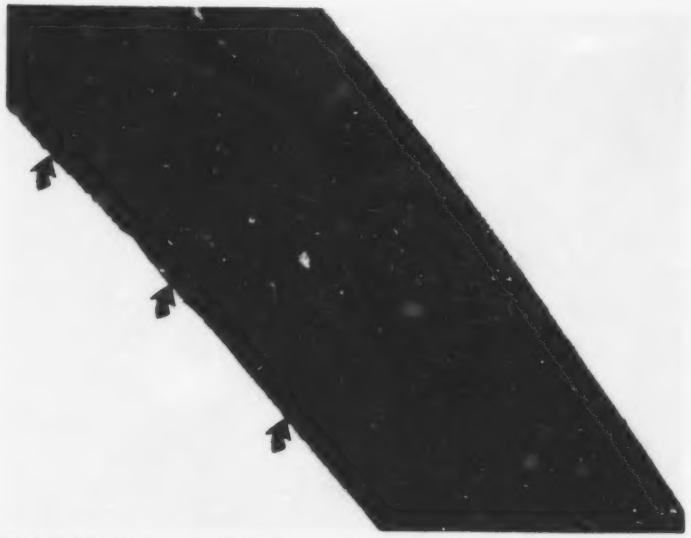
PHOTOGRAPHIE 9 Hublot nº 4, joint d'étanchéité brisé (flèches) près de la charnière du contre-hublot. Remarquer également le profil des marques de coups sur le bord externe du hublot (flèches). Comparer avec la photographie 10.

PHOTOGRAPHIE 10 Hublot n° 4, marques de coups et rainures (flèches) sur les bords externes du hublot.

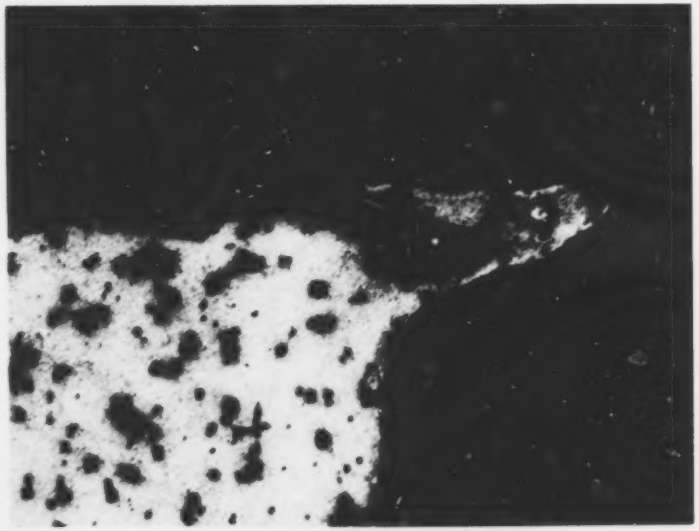
PHOTOGRAPHIE 11 Hublot n° 1, fragments de verre après dépose de la bague de blocage.



PHOTOGRAPHIE 12 Fragment de verre provenant du hublot n° 1, présentant une «lèvre de cisaillement» distinctive du côté extérieur du verre (flèches).

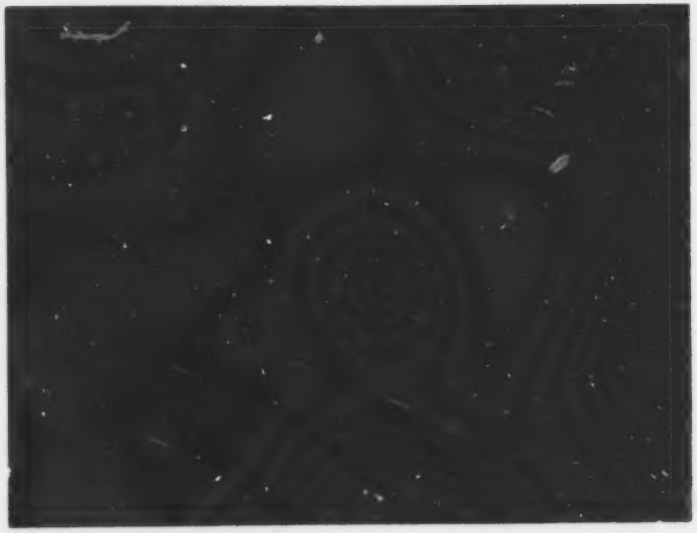


PHOTOGRAPHIE 13 Bague de blocage du verre du hublot n° 4, présentant une «lèvre» protubérante le long du bord interne (flèches).

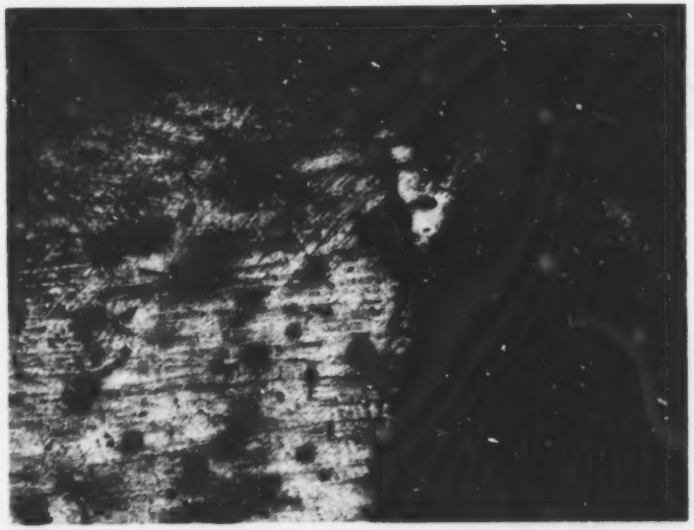


PHOTOGRAPHIE 14 Coupe transversale de la bague de blocage présentant une lèvre protubérante du matériau. Remarquer le motif du glissement près de la base de la lèvre, indiquant une déformation du matériau par étalement.

PHOTOGRAPHIE 15 Lignes de glissement de déformation (motif de hachures transversales) adjacentes à la surface correspondante du verre de la bague de blocage du hublot nº 4.



PHOTOGRAPHIE 16 Lignes de glissement de déformation comme dans la photographie 15.



PHOTOGRAPHIE 17 Coupe transversale de la bague de blocage du hublot nº 4, présentant une forte concentration de lignes de glissement de déformation autour de la base de la lèvre protubérante.

RAPPORT «B»
RAPPORT TECHNIQUE
EP 90/83
ESSAIS DE PRESSION DES VERRES DES HUBLOTS
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA), du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses sur des verres types de hublots de même que sur le hublot #2 récupéré de la salle de contrôle des ballasts de la plate-forme. On a demandé au LTSA de calculer les pressions auxquelles le verre pouvait éclater aux fins de comparaison avec les normes et en vue d'obtenir des données relatives aux pressions d'éclatement devant servir à l'analyse de la force des vagues.

DESCRIPTION DES TESTS

2.1 Un dispositif d'essai illustré sur les photographies 1 et 2 a été fabriqué. Il est constitué d'une épaisse plaque d'acier placée sur un support auquel un hublot est boulonné, d'une conduite d'alimentation en air avec un petit réservoir d'air pouvant fournir suffisamment d'air pour emporter le verre lorsqu'il éclate d'une manière semblable à ce que fait une vague chassant le verre cassé à travers le hublot. Un robinet-vanne, un manomètre et un transducteur de pression ont permis de contrôler et de surveiller la pression pendant les tests.

2.2 On a utilisé un appareil photographique à grande vitesse et deux caméras vidéo pour filmer chaque test. L'appareil à grande vitesse fonctionnait à 2000 images/seconde afin d'enregistrer l'éclatement, la répartition et la vitesse des fragments de verre. Une caméra vidéo surveillait le manomètre et l'autre la zone des essais, donnant une vue générale du dispositif et de la répartition du verre.

2.3 Les tests étaient contrôlés par un minI-ordinateur qui chronométrait la mise en marche des caméras vidéo, l'ouverture du robinet-vanne, la mise en marche de la caméra à haute vitesse et l'échappement de l'air à la fin du passage de la pellicule à haute vitesse. En outre, il surveillait et enregistrait la sortie du transducteur de pression pendant tout le test. À la fin du test, les données enregistrées étaient imprimées directement sous forme graphique. Les figures 1 à 5 sont des imprimés d'ordinateur de ces tests.

2.4 Le verre du hublot de la salle de contrôle des ballasts de la plate-forme avait 1,5 centimètre d'épaisseur et 48 centimètres de diamètre. Le verre du hublot #2 récupéré de l'*Ocean Ranger* portait l'inscription «Tempered Glass». On a tenu pour acquis que le verre a été fabriqué conformément à la norme F2410 de l'industrie japonaise (JIS), dont copie est jointe au présent rapport.

2.5 On a obtenu du verre pour hublots de deux fournisseurs différents. On a estimé que le verre était fabriqué en conformité avec une norme équivalente, soit la norme JIS-F2410. On a acheté six plaques de verre d'un fabricant canadien et trois autres d'un fabricant japonais. Les neuf plaques de verre avaient toutes à peu près les mêmes dimensions et elles étaient toutes marquées «Toughened» ou «Tempered Glass».

2.6 La trempe du verre est traditionnellement un procédé de traitement à la chaleur au cours duquel on chauffe lentement la plaque de verre jusqu'à 600 degrés centigrades environ, puis on la refroidit rapidement à l'air. Ce procédé a pour résultat de faire «geler» en compression la couche superficielle du verre, ce qui renforce grandement la plaque. Cependant, lorsque le verre casse, la contrainte interne entraîne de façon «explosive» des milliers de fractures dans le verre, ce qui produit les minuscules fragments rectangulaires caractéristiques du verre trempé.

2.7 Toutes les plaques de verre, y compris le verre du hublot #2, ont été testées afin de découvrir si le verre était trempé. Le verre a été placé entre deux feuilles de plastique optique polarisant pouvant indiquer les motifs bifrangés caractéristiques des gradients de contrainte résiduelle dans le verre. Les motifs bifrangés de trois types de verre soumis aux tests étaient nettement différents comme on peut le voir sur les photographies 3, 4 et 5. Ceci indique que les méthodes de refroidissement appliquées au cours du procédé de traitement à la chaleur étaient différentes. Le verre de l'*Ocean Ranger* a apparamment été refroidi au moyen d'un jet d'air concentré sur les deux côtés du verre à partir d'un point légèrement décentré, tandis que les verres canadiens et et japonais ont révélé très peu de motifs bifrangés beaucoup plus distribués. Les plaques de verre ont été refroidies avec de l'air mieux distribué ayant un effet de refroidissement plus uniforme et donnant un gradient de contrainte interne moindre. Tout le verre soumis aux tests a éclaté en fragments rectangulaires caractéristiques, ce qui démontre une trempe appropriée.

2.8 L'examen microscopique du verre du hublot #2 a révélé un nombre considérable de piqûres des deux côtés du verre, leur densité étant approximativement d'une piqûre par dix centimètres carrés et leur taille moyenne d'un demi millimètre. Généralement, les piqûres réduisent la résistance au bris du verre, surtout celle du verre trempé. Afin de déterminer les effets des piqûres, une plaque neuve de verre canadien et une autre de verre japonais ont été piquées à dessin d'une manière similaire au verre de l'*Ocean Ranger*. Leur résitance au bris a été grandement réduite comme on peut le constater au Tableau 1.

2.9 En tout, douze tests ont été réalisés sur les dix plaques de verre soumises aux essais. Les résultats des six tests les plus révélateurs sont donnés au Tableau 1. L'un de ces tests en était un de pression statique visant à déterminer l'importance de la déformation du verre (bombement) en raison de la pression. La déformation a été mesurée directement au moyen d'un bras de levier sur le verre et d'un indicateur de déplacement. On a déterminé qu'à une pression de 96 lb/po² (6,8 kg/cm²) le bombement du verre atteignait 7,5 millimètres, causant une rotation angulaire du verre de huit degrés approximativement au bord de la bague de blocage et entraînant une force totale de 120 tonnes ou d'une (1) tonne par centimètre de bague de blocage.

2.10 Les cinq autres tests énumérés au Tableau I étaient semi-dynamiques, c'est-à-dire qu'on a laissé augmenter la pression de l'air aussi rapidement que l'équipement le permettait. Le temps requis pour atteindre la pression d'éclatement était surtout fonction de la résistance du verre et des fuites autour de ce dernier, et il ne pouvait pas être contrôlé sans modifier le montage typique du verre. Tous les résultats de ces tests sont indiqués au Tableau 1 et dans les graphiques 1 à 5.

2.11 Après avoir fait le test d'éclatement du hublot #2, la bague de blocage du hublot a été soumise à une analyse métallurgique dont les résultats sont joints au présent rapport.

CONCLUSIONS

3.1 Le verre canadien neuf et non endommagé a éclaté juste au-dessus de la pression d'essai de 7 kg/cm² (99 lb/po²) de la norme F2410 de l'industrie japonaise. Tous les autres verres ont éclaté en deçà de cette norme.

3.2 Les piqûres en surface ont grandement réduit la résistance au bris du verre.

3.3 Le verre du hublot #2 de l'*Ocean Ranger* a été trempé différemment de tous les autres verres soumis aux tests.

3.4 La déformation élastique du verre avant rupture s'est produite sous la forme d'un bombement de 7,5 millimètres à 7 kg/cm².

3.5 Le verre du hublot #2 de l'*Ocean Ranger* a éclaté à une pression de 4,8 kg/cm² (68 lb/po²), entraînant une déformation de la bague de blocage, déformation très semblable à celle qui a été constatée dans le cas de la bague de blocage du hublot #4.

Ministère des transports
Laboratoire des techniques de sécurité aérienne
Demande interne d'analyses techniques

EXIGENCES

Le hublot nº 2 provenant de la plate-forme de forage Ocean Ranger a été soumis aux tests comme en fait foi le rapport «B» EP 90/83 du LTSA. Après les tests, la bague de blocage du verre a été enlevée. La section de l'analyse des matériaux est requise de faire l'analyse métallurgique de la bague de blocage afin de trouver des indices de déformation du matériau et de faire la comparaison avec les précédentes analyses métallurgiques des bagues de blocage des hublots nºs 1 et 4. Renvoi au rapport «A» du LTSA, (EP 266/82).

2 août 1983 M. Vermij

CONCLUSIONS

1. L'examen approfondi de la bague de blocage du verre du hublot nº 2 a été fait in-situ avant les tests de pression. Il n'y avait pas d'indice de lèvre de matériau sur la bague. La photographie 1 montre le hublot nº 2 monté sur le dispositif d'essai, suivant le test de pression jusqu'à l'éclatement du verre. La bague de blocage du verre a été enlevée, nettoyée à la brosse et examinée au microscope optique. Une «lèvre» continue de matériau a été observée sur toute la circonférence de la bague du côté adjacent au verre, voir les photographies 7 et 8. Cette lèvre de matériau était très semblable de par sa nature à la lèvre saillante observée sur la bague de blocage du verre du hublot nº 4, voir la photographie 9.

2. La bague de blocage du verre du hublot nº 2 a été sectionnée transversalement et montée aux fins de l'examen métallurgique. La photographie 5 montre une coupe transversale de la bague et illustre la lèvre saillante de matériau, laquelle est de nature généralement identique à la vue en coupe de la lèvre relevée dans la bague du hublot nº 4, photographie 6. L'effet de la déformation du matériau est révélé par le motif du refoulement à proximité de la lèvre, également généralement similaire dans les deux bagues comparées.

3. L'analyse radioscopique à énergie dispersive a indiqué que le matériau de la bague de blocage du verre du hublot nº 2 était un alliage de cuivre et de bronze coulé contenant du plomb, de l'étain et du zinc comme éléments d'alliage. Les essais de degré Brinell effectués sur les sections transversales des bagues ont donné des valeurs se situant dans la gamme de 40-45 des degrés Brinell (BHN, charge de 500 kgm, bille de 10 mm), ce qui a été mesuré précédemment dans le cas des bagues des hublots 1 et 4. Les valeurs du matériau et les degrés de dureté se comparaient favorablement dans le cas des trois bagues soumises aux tests (hublots 1, 2 et 4).

4. L'attaque chimique de la section transversale de la bague du hublot nº 2 n'a révélé que de légères lignes de glissement de déformation résultant d'une déformation du matériau. Le degré de ce motif de déformation était beaucoup moindre que celui qui a été observé dans la section transversale du hublot nº 4 et plus identique, en degré, aux motifs de déformation observés dans le cas de la section transversale de la bague du hublot nº 1.

5. À partir des résultats du test de pression du hublot nº 2, il a été indiqué que le test a été réalisé à un taux de pression de 27 lb/po²/seconde approximativement, l'éclatement du verre se produisant à environ 2,5 secondes. Dans ces conditions, la nature du test est jugée essentiellement dynamique, même si l'on ne croit pas que le verre du hublot nº 4 ait subi la même charge d'impact dynamique, lequel est jugé avoir éclaté sous l'impact des vagues. Les ressemblances des lèvres de déformation sur les bagues de blocage provenant des hublots nº 2 et nº 4 et l'absence de lèvre de déformation sur la bague du hublot nº 1 (qui a éclaté dans des conditions de pression plus statique) révèlent que la lèvre de déformation sur la bague de blocage du verre résulte d'une charge dynamique.

6. Les différences relatives dans le degré des motifs des lignes de glissement de déformation des bagues de blocage des hublots nº 1, nº 2 et nº 4 sembleraient être fonction de la nature de la charge imposée sur le verre. La bague de blocage du hublot nº 4 présente le degré le plus élevé de motifs de lignes de glissement et c'est également celle que l'on juge avoir été soumise au degré le plus élevé de charge résultant de l'impact.

31 août 1983 J.W. Hutchinson

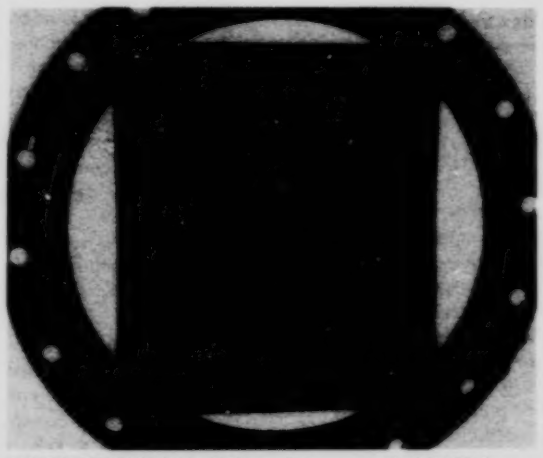
NUMÉRO DU TEST	RENVOI RÉSULTAT DU TEST	ORIGINE DU VERRE	ÉTAT	PRESSION JUSQU'AU POINT DE RUPTURE		TEMPS JUSQU'AU POINT DE RUPTURE
				kg/cm²	lb/po²	(SEC)
1		Japon (neuf)	propre	6,8	96	Statique
2	6	Canada (neuf)	propre	7,4	105	5,7
3	11	Japon (neuf)	propre	6,8	96	7,0
4	7	*Ocean Ranger*	piqué	4,8	68	2,9
5	8	Canada (neuf)	piqué	5,6	79	3,4
6	10	Japon (neuf)	piqué	3,6	51	6,6

RÉSULTATS DES TESTS DE PRESSION

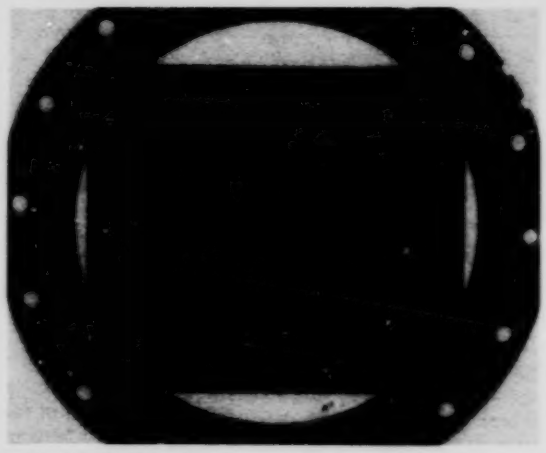
TABLEAU 1

PHOTOGRAPHIE 1 Vue latérale du dispositif d'essai des verres des hublots.

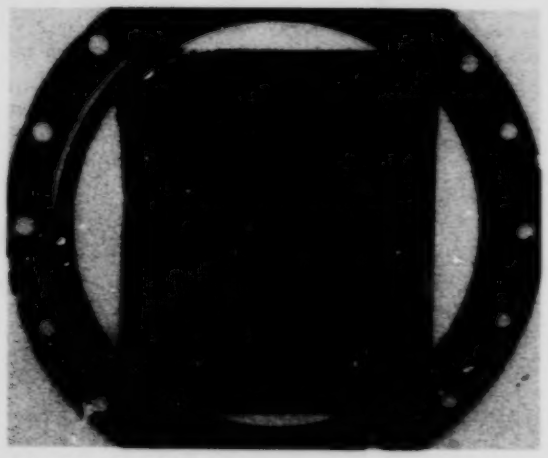
PHOTOGRAPHIE 2 Vue de face du dispositif d'essai des verres des hublots.



PHOTOGRAPHIE 3 Motif bifrangé du verre du hublot #2 de l'*Ocean Ranger*, indiquant des gradients de contrainte élevés.



PHOTOGRAPHIE 4 Motif bifrangé du verre japonais (neuf), indiquant des gradients de contrainte peu importants.



PHOTOGRAPHIE 5 Motif bifrangé du verre canadien (neuf), indiquant des gradients de contrainte faibles.

UDC 623.12.611.48:666.191

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD JIS

Tempered Glasses for Ships' Side Scuttles

F 2410-1955

1. Scope

1.1 This standard covers the tempered glass for ships' side scuttles (hereinafter referred to as the "tempered glass").

2. Class

2.1 Tempered glass shall be classified into the following two classes:

(1) Transparent tempered glass

(2) Ground tempered glass

3. Dimensions and Dimensional Tolerance

3.1 Dimensions of tempered glass shall be in accordance with Table 1.

Table 1

Unit: mm

Nominal diameter	Dimensions of glass	
	Diameter	Thickness
300 *	312	10 12
250	262	
300	312	10 12
350	362	15
400	412	

3.2 Dimensional tolerances of tempered glass shall be in accordance with Table 2.

Table 2

Unit: mm

Diameter	Tolerance	Thickness	Tolerance
212	± 1.0	10	± 1.0
262		12	
312		15	
362			
412			

4. Quality

4.1 In addition to the quality of tempered glass specified in Table 3, its characteristic shall fulfil the following requirements, namely, the clearance test, impact test and pressure test specified in 5.3, 5.4 and 5.5 respectively.

A4 (210×297)

00579

F

F 2410-1955

Table 3

Kinds of defect	Specifications for quality
Bubbles, stones, knots, striates and seams	In accordance with the specification for the standard product of 32" × 24" or less size given in Table 4 of JIS R 3202 Polished Plate Glass.
Spots, cloudings, and scratches	No remarkable interference for practical purpose.
Grizzles	Not to have
Edge chippings	Within 3 mm towards inside from the circumference
Overall appearance	No permissible defects shall be concentrated
Ground surface of tempered glass	No part left on the ground surface through which clearly seen a perspective image.

5. Method of Test

5.1 **Measuring Method of Dimensions** The thickness of the tempered glass shall be measured by a micrometer with an accuracy up to 1/100 mm, and the thickness shall be determined by counting fractions over 1/2 as one and disregarding the rest.

5.2 **Appearance** The visual inspection of the tempered glass shall be performed by naked eyes at a distance of approximately 80 cm from the front face of the sample.

5.3 **Clearance Test**

(1) **Supporting Method of Sample** The sample shall be set on the surface plate, as shown in Fig. 1, so as to make a concentric circle with the inside circle of the surface plate. Further, a weight of approximately 5 kg shall be loaded on the central part of the sample.

(2) **Surface Plate** The surface plate having a hole of 12 mm less than the diameter of the sample shall be used as shown in Table 4.

Table 4

Unit: mm

Diameter of sample (A)	Diameter of inside circle (B)
212	200
262	250
312	300
362	350
412	400

(3) **Measuring Method** The clearance between the circumference of the sample and its surface plate shall be measured by a clearance gauge choosing any point which equally divides the circumference into three parts.

(4) **Condition of Acceptance** When the mean value of the measurement at the three points falls within 0.5 mm, the products shall be accepted.

5.4 **Impact Test**

(1) **Supporting Method of Sample** The sample shall be so supported on the frame of hardwood shown in Fig. 2 that the sample will make a horizontal at the time of impact. In case of testing the opaque tempered glass, the ground surface shall be laid downwards.

(2) **Falling Body** A good finished steel ball of 225±5 g in weight and 38 mm in diameter shall be used.

(3) **Condition of Impulse** The steel ball at rest shall be dropped on the central part of the sample without giving any force. In this case the height shall be in accordance with Table 5 and impulse acted on the glass surface is limited just for once, and the testing shall be performed at a normal temperature.

00580

297

Table 5 [1]

Thickness of sample (mm)	Falling height of steel ball (m)
10	2.5
12	
15	3.0

Note [1] The above table provides only for the transparent tempered glass. For the ground tempered glass, these shall be determined by the agreement between the purchaser and the manufacturer.

(4) **Condition e. Acceptance** Being free from cracks and fractures, the glasses shall be accepted.

5.5 Pressure Test

(1) **Supporting Method of Sample** Samples shall be exactly fitted to a water pressure testing device as shown in Fig. 3.

(2) **Condition of Water Pressure** The samples shall be tested by applying the pressure, according to each diameter and thickness of glass, specified in Table 6.

Table 6 [1]

Unit: kg/cm²

Thickness of sample (mm) \ Diameter of sample (mm)	212	262	312	362	412
10	9	6	5	4	3
12	12	9	7	6	5
15	—	14	11	9	7

Note [1] The above table provides only for the transparent tempered glass. For the ground tempered glass, these shall be determined by the agreement between the purchaser and the manufacturer.

(3) **Condition of Acceptance** The samples to withstand the pressure specified in Table 6 shall be accepted.

6. Inspection

6.1 The appearance and dimensions should be, as a rule, inspected on each product.

6.2 Sampling method to be used in 5.3~5.5 shall be conducted by rational sampling method upon agreement of the parties concerned.

6.3 Being inspected for appearance, dimensions and characteristics of the sample, it shall be determined to accept or not.

7. Marking

7.1 Every plate of tempered glass shall be plainly and indelibly marked with the indication of tempered glass, manufacturer's name or mark.

8. Designation

8.1 The tempered glass shall be designated in order of the class and dimensions.

Example: Class of transparent tempered glass, dimensions of 212 mm in diameter and 10 mm in thickness shall be expressed by Transparent D 212×10.

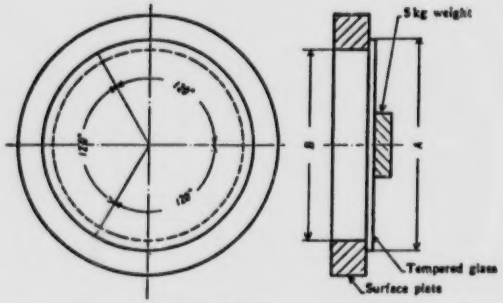


Fig. 1

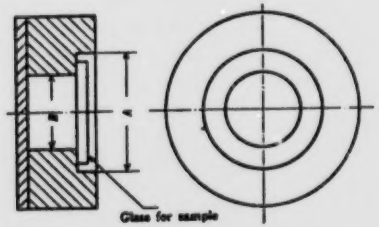


Fig. 2

Unit: mm

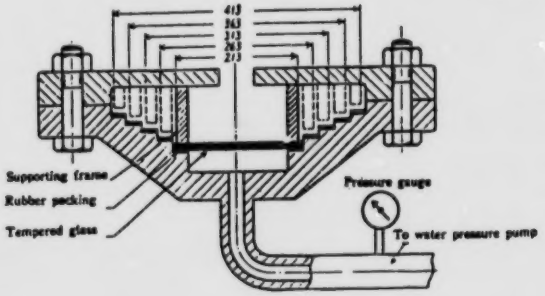
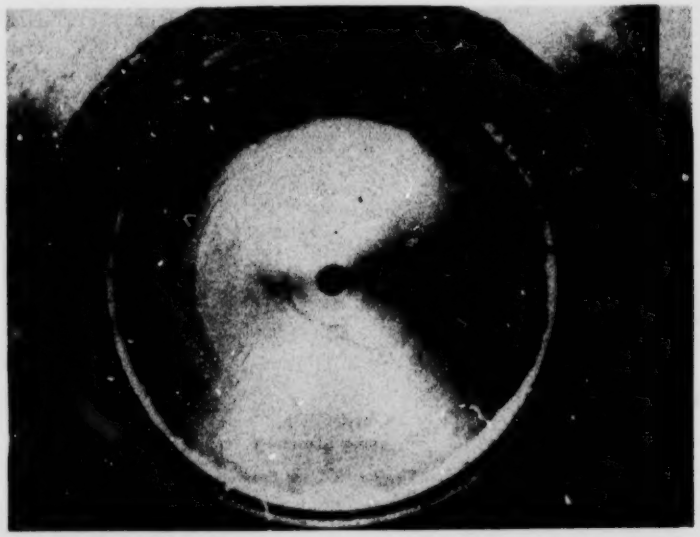
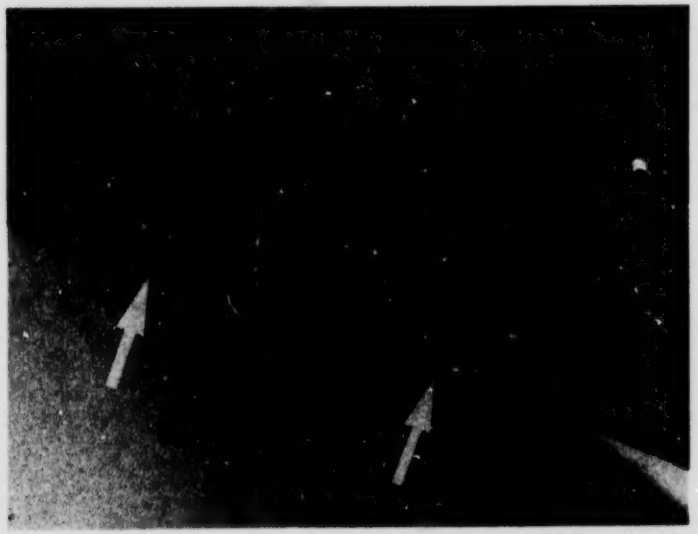


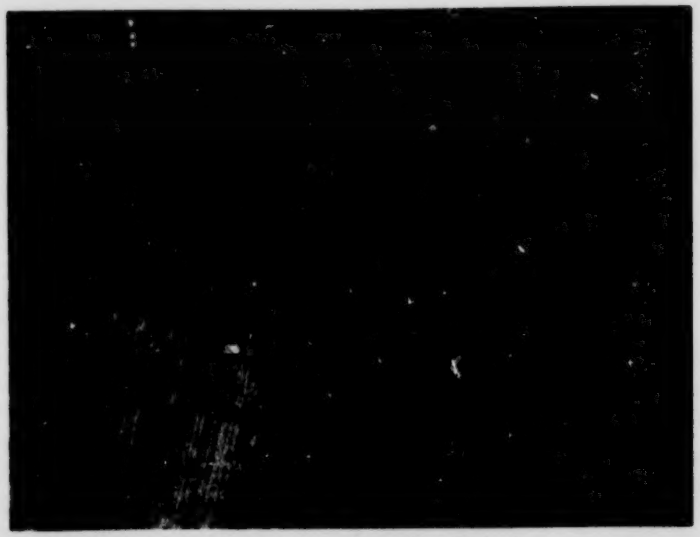
Fig. 3



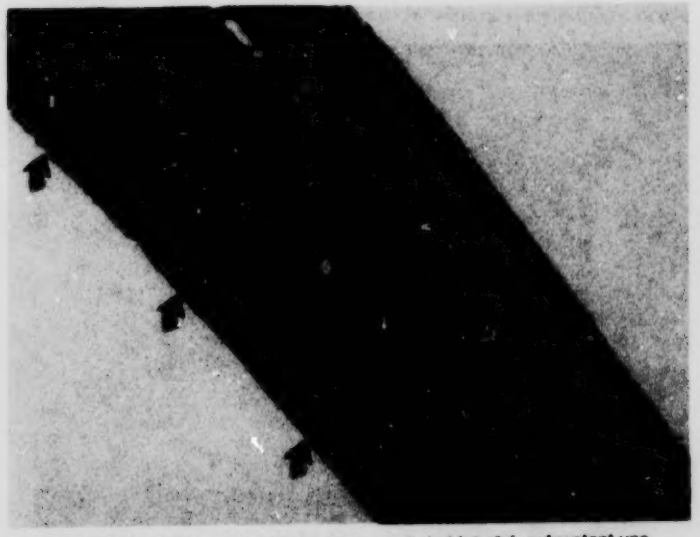
PHOTOGRAPHIE 6 Hublot nº 2, après l'essai monté dans le dispositif de retenue. Bague de blocage du verre en place.



PHOTOGRAPHIE 7 Bague de blocage du verre enlevée du hublot nº 2, présentant une lèvre protubérante du matériau déformé (flèches).

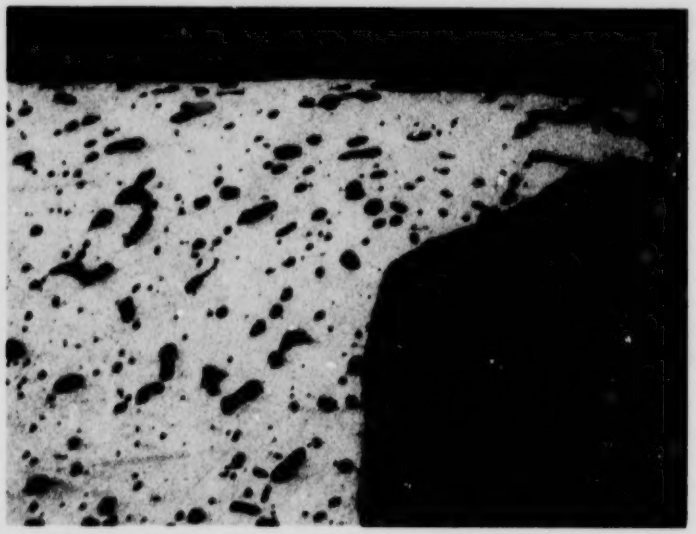


PHOTOGRAPHIE 8 Gros plan de la lèvre du matériau (flèches).

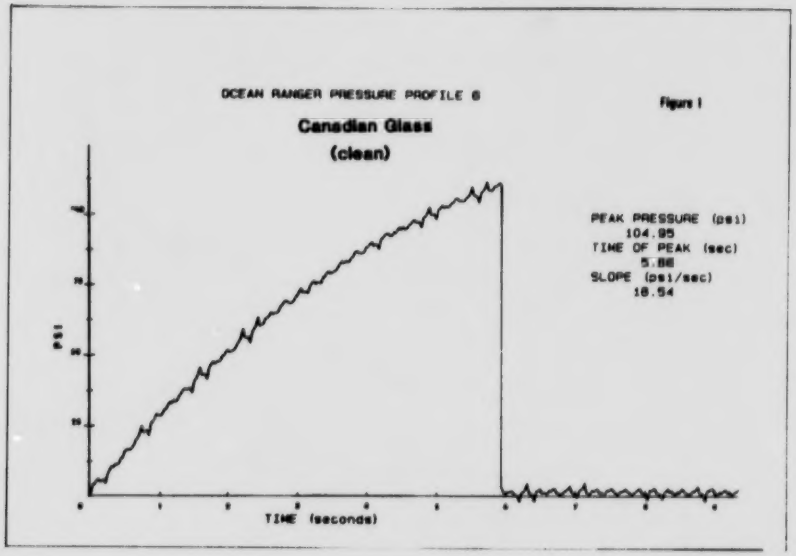


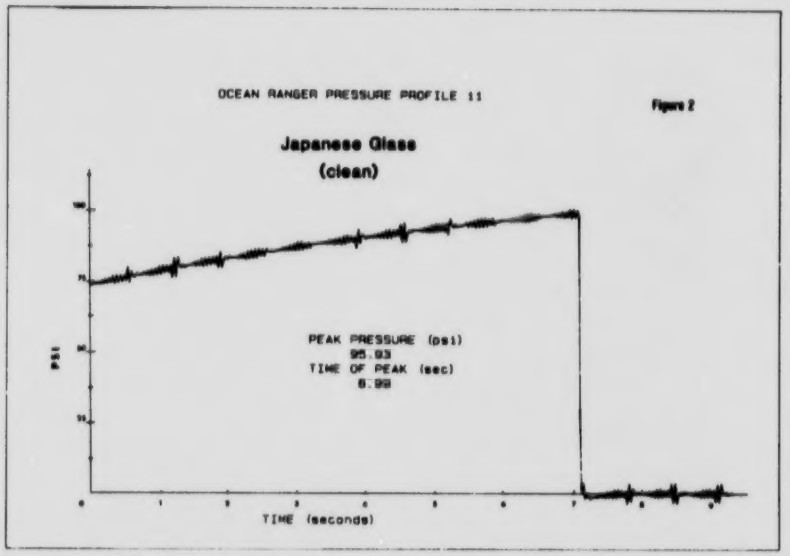
PHOTOGRAPHIE 9 Bague de blocage de verre du hublot nº 4, présentant une lèvre protubérante similaire (flèches).

PHOTOGRAPHIE 10 Coupe transversale de la bague de blocage du hublot nº 2, présentant une lèvre protubérante distincte. Remarquer le motif du glissement au niveau de la lèvre, indiquant une déformation du matériau par étalement.



PHOTOGRAPHIE 11 Coupe transversale de la bague de blocage du hublot nº 4, présentant une lèvre protubérante similaire.



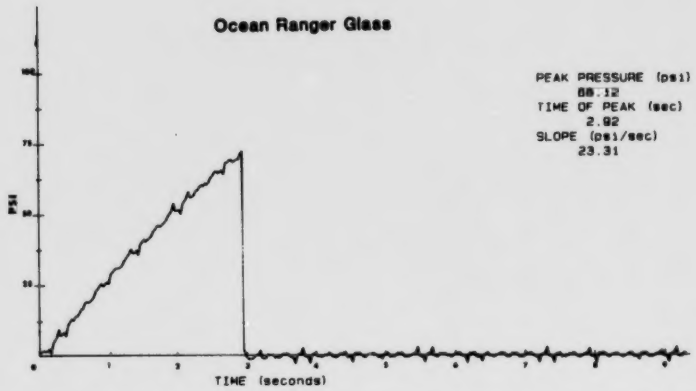


OCEAN RANGER PRESSURE PROFILE 7

Figure 3

Ocean Ranger Glass

PEAK PRESSURE (psi)
88.12
TIME OF PEAK (sec)
2.92
SLOPE (psi/sec)
23.31

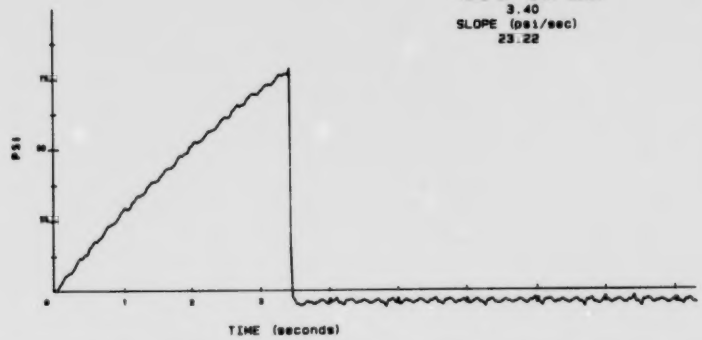


OCEAN RANGER PRESSURE PROFILE 8

Figure 4

Canadian Glass
(pitted)

PEAK PRESSURE (psi)
78.98
TIME OF PEAK (sec)
3.40
SLOPE (psi/sec)
23.22

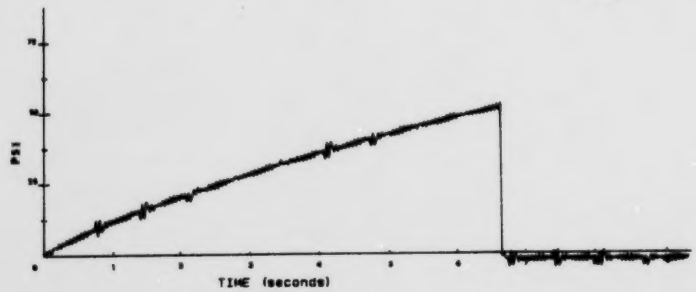


OCEAN RANGER PRESSURE PROFILE 10

Figure 5

Japanese Glass
(pitted)

PEAK PRESSURE (psi)
50.98
TIME OF PEAK (sec)
6.59
SLOPE (psi/sec)
7.74



RAPPORT «C»
RAPPORT TECHNIQUE EP 265/82
ANALYSE DES SOUPAPES À COMMANDE PAR SOLÉNOÏDES
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA), du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant quatre bancs de 11 soupapes à commande par solénoïdes et deux bancs de 10 soupapes à commande par solénoïdes retirés de la salle de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger* au cours des opérations de récupération sous-marines. Ces 64 soupapes à commande par solénoïdes ont été envoyées au LTSA avec lettres d'accompagnement datées du 29 juillet 1982 et du 3 août 1982.

1.2 La Commission demandait formellement au LTSA de tenter de déterminer ce qui suit :

a) signes évidents de commandement manuel des soupapes;
b) les obturateurs en caoutchouc non retrouvés dans les soupapes ont-ils été poussés à l'intérieur des carters des solénoïdes;
c) quelles soupapes étaient à la position de fonctionnement et quelles étaient celles qui ne l'étaient pas;
d) signes évidents de transfert de matériau et/ou de dentelures sur les tiges des solénoïdes pouvant indiquer un fonctionnement manuel;
e) nature de tout débris trouvé à l'intérieur des soupapes;
f) effet possible de l'immersion dans l'eau salée sur les soupapes à commande par solénoïdes;
g) importance des fuites d'air des soupapes lorsqu'elles sont soumises à la pression d'air normale de fonctionnement de 90 lb/po²;
h) les soupapes fonctionnaient-elles normalement lorsqu'elles étaient sous tension;
i) autres remarques pertinentes.

EXAMEN ET ANALYSE

2.1 Les 64 soupapes à commande par solénoïdes reçues au LTSA ont été identifiées comme des solénoïdes SMC modèle VS4130, du type bobine à 4 directions, dimension de l'admission ⅜ pouce avec canalisations normalisées, fabriquées par SMC, Shoketsu Kinzoku Kogyo Co., Ltd. Les soupapes de ce type comportent un mécanisme de retour à ressort simple et fonctionnent normalement sur alimentation en air de 90 lb/po² et sur alimentation en courant alternatif de 115 volts. Les six bancs de soupapes à commande par solénoïdes tels qu'on les a reçus étaient montés au-dessous du panneau schématique de la salle de contrôle des ballasts et ils sont visibles sur les photographies 1 à 3. La figure 1 est un schéma des positions relatives des 64 soupapes dans les 6 bancs. Lorsqu'elles sont excitées, les soupapes à solénoïdes commandent l'ouverture et la fermeture des robinets-vannes à papillon des réservoirs, régissant ainsi la distribution relative de l'air et de l'eau dans les différents réservoirs des pontons et, de-là, la flottaison relative de l'installation mobile de forage.

2.2 Trente-deux soupapes à solénoïdes étaient utilisées pour les pontons de bâbord et trente-deux pour les pontons de tribord. On a constaté que deux systèmes de désignation différents servaient à identifier les soupapes, comme l'indique la photographie 4 :

a) une plaque de laiton avec le lettrage suivant P1, P2, . . . P32 pour le côté bâbord S1, S2, . . . S32 pour le côté tribord;
b) un ruban «Dymo» en plastique rouge avec le lettrage blanc suivant SOV-1 à SOV-32 pour les soupapes P1 à P32 inclusivement SOV-33 à SOV-64 pour les soupapes S1 à S32 inclusivement.

Le Tableau 1 contient la liste des robinets-vannes à papillon contrôlés par chacune des soupapes à solénoïdes, conformément au dessin C61, pièce 74A des pièces produites par la Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger*.

2.3 En cas d'urgence un obturateur et une tige de commande en laiton permettent de faire fonctionner manuellement les soupapes à commande par solénoïdes. La photographie 3 montre une tige de commande cassée et une tige de commande intacte, les deux insérées dans un obturateur en laiton. La photographie 4 montre une tige de commande courbée, telle que reçue. La partie d'une tige de commande non brisée était de 1,9 pouce et sa partie lisse avait 2,3 pouces. Le diamètre était de 0,21 pouce.

2.4 Les 64 soupapes ont été reçues dans trois états différents :

a) avec un obturateur en laiton, avec ou sans restes de tige de commande;
b) avec des obturateurs en caoutchouc;
c) sans obturateurs.

Dix-huit soupapes ont été reçues avec un obturateur en laiton, les tiges de commande de 14 de ces soupapes étant insérées dans l'obturateur. Ces 14 tiges de commande étaient toutes cassées. On a également reçu quatre tiges de commande intactes; ainsi le nombre total des tiges en laiton reçues correspondait au nombre d'obturateurs en laiton. L'état de chaque soupape était tel qu'il est indiqué au Tableau 2, la photographie 4 montrant les trois types. Les obturateurs en caoutchouc trouvés sur 22 soupapes comportaient une rainure moulée en travers afin d'empêcher toute accumulation de pression différentielle derrière l'obturateur. En fonctionnement, l'interrupteur des micro-contacts du panneau schématique de contrôle des ballasts excite un relais qui, en retour, permet au courant électrique de faire fonctionner la soupape à commande par solénoïdes associée en utilisant le courant alternatif de 115 volts CA. En cas d'urgence, les soupapes à solénoïdes peuvent être commandées à la main par l'intermédiaire

Soupapes à solénoïdes	Soupapes à papillon
1, 2, 3, 4	Réservoirs d'eau de ballast
5, 6	Réservoirs d'eau de forage
7, 8, 9, 10, 11	Réservoirs d'eau de ballast
12, 13	Réservoirs d'eau de forage
14, 15, 16	Réservoirs d'eau de ballast
17, 18, 19	Pompe à eau de forage vers les réservoirs
20	Collecteur d'eau de ballast
21, 22, 23	Pompes de cale de secours
24, 25, 26	Pompes à eau de ballast vers le collecteur
27	Collecteur d'eau de ballast
28, 29	Service d'eau de forage
30	Refoulement par-dessus bord
31	Réservoir d'eau de mer
32	Prise d'eau de mer

TABLEAU 1

SOUPAPES À COMMANDE PAR SOLÉNOÏDES ET SOUPAPES À PAPILLON CORRESPONDANTES BÂBORD ET TRIBORD

de tiges de commande insérées dans un obturateur en laiton.

2.5 Les photographies 7 et 8 montrent les divers composants des soupapes. La photographie 8 présente une coupe transversale du mécanisme interne des soupapes. Les composants identifiés numériquement sur les photographies 7 et 8, sont énumérés ci-dessous :

1. carter et garniture du solénoïde;
2. noyau du solénoïde;
3. solénoïde;
4. dispositif de retenue en plastique;
5. bobine s'insérant dans le manchon;
6. manchon avec ses six joints toriques;
7. ressort de rappel;
8. corps principal de soupape avec ses cinq chapelles pour la circulation d'air;
9. contre-plaque et garniture.

Le noyau du solénoïde est normalement tiré électriquement afin d'entraîner la soupape. En cas d'urgence, on peut le pousser à la main en insérant la tige de commande en laiton contre la bobine qui se déplace alors dans le manchon, ce qui permet à l'air de circuler dans les chapelles d'air.

2.6 Une copie du dessin NMA 298-2 présenté à la Figure 2 illustre le circuit d'air. L'ensemble type d'un banc de solénoïdes comporte un collecteur d'entrée et d'échappement, une sous-plaque pour chaque soupape, ainsi que les 10 ou 11 soupapes comme le montre la photographie 9. Chaque collecteur a trois conduites d'air isolées dans lesquelles l'air circule par l'intermédiaire de chaque soupape. Les conduites au centre d'air et les deux échappements, un de chaque côté, constituent l'alimentation en air. L'air pressurisé à 90 lb/po² passe dans les conduites d'échappement, les orifices de la sous-plaque et les chapelles des soupapes. Les orifices et les chapelles sont identifiés E1 et E2, S, et C1 et C2 sur la photographie 10; pour les échappements 1 et 2, alimentation et cylindres 1 et 2 respectivement. À la position de repos, cet air sort par l'échappement; à la position de fonctionnement, l'air est acheminé au piston des robinets-vannes à papillon.

2.7 Les positions des manchons-bobines en fonctionnement et au repos sont indiquées sur les photographies 11 et 12 afin d'illustrer la direction du flux d'air. À la position de repos, l'air passe de «S» à «C1». Étant donné que les deux échappements du cylindre 1 sont normalement scellés des deux côtés comme l'indique la photographie 11, l'air se trouve piégé à l'intérieur de la soupape. Lorsque la bobine est poussée pendant le fonctionnement, l'air passe de «S» à «C2» puis à la conduite ouverte du cylindre 2 menant au robinet-vanne à papillon du réservoir. L'air précédemment piégé à l'intérieur de la soupape à la position de repos est purgé jusqu'à la conduite d'échappement du collecteur à travers «E1», comme «C1» et «E1» s'interconnectent. Lorsque la bobine revient à la position de repos, «C2» et «E2» s'interconnectent et l'air est purgé jusqu'à la conduite d'échappement du collecteur à travers «E2», et le robinet-vanne à papillon se referme.

avec obturateurs en laiton				avec obturateurs en caoutchouc		sans obturateurs	
avec tige de commande		sans tige de commande					
Tribord	Bâbord	Tribord	Bâbord	Tribord	Bâbord	Tribord	Bâbord
S1	P2	S2	P13	S4	P3	S5	P1
S3	P11		P14	S18	P8	S11	P4
S6	P12		P15	S19	P9	S12	P5
S7	P16			S20	P10	S13	P6
S8				S23	P17	S17	P7
S9				S25	P18	S21	P19
S10				S27	P22	S22	P20
S14				S28	P23	S24	P21
S15					P24	S26	P28
S16					P25	S29	P30
					P26	S30	P31
					P27	S31	
					P29	S32	
					P32		

TABLEAU 2

LES TROIS GROUPES DE SOUPAPES À COMMANDE PAR SOLÉNOÏDES TELLES QU'ELLES ONT ÉTÉ REÇUES

2.8 Afin de vérifier l'état des soupapes à solénoïdes, des mesures micrométriques des positions des noyaux des solénoïdes ont été prises sur toutes les soupapes. Ces mesures sont énumérées au Tableau 3 dans le cas des soupapes munies d'obturateurs en laiton, et au Tableau 4 dans le cas de celles n'en ayant pas. (Les mesures sont identifiées de 1 à 4 comme on peut le voir sur les photographies 14 et 15.) On peut constater que seule la mesure #3 peut être faite lorsqu'il n'y a pas de tige de commande, mais on peut faire les quatre mesures lorsque la tige de commande est en place. La mesure #3 donne la profondeur du noyau du solénoïde par rapport à la surface extérieure du carter du solénoïde de la soupape. La valeur moyenne mesurée était de 0,72 pouce dans le cas des soupapes munies d'obturateurs en laiton, et de 0,52 pouce dans le cas de celles n'en ayant pas. Une soupape (P-13) munie d'un obturateur en laiton donnait une lecture de 0,65 pouce dans le cas de la mesure #3, plus qu'à mi-chemin entre celles qui étaient munies d'obturateurs en laiton et celles qui ne l'étaient pas.

2.9 Les quatorze tiges de commande trouvées dans les soupapes avaient été cassées. La surface de la cassure de ces tiges a été analysée au microscope à balayage électronique. Les quatorze surfaces des cassures étaient toutes conformes aux bris de surcharge par pliage ductile caractérisés par une surface irrégulière et rugueuse comme le fait voir la photographie 16. Dans chaque cas, la cassure partait à la base d'un filet (photographie 17) et était accompagnée d'une déformation par pliage unidirectionnel adjacent à la cassure.

2.10 Chacune des faces des noyaux des soixante-quatre solénoïdes a été examinée afin d'y déceler des marques de tige de commande. Toutes les faces des soupapes comportant des obturateurs en laiton portaient une marque circulaire visible et distinctive. Une marque typique, telle qu'on l'a observée, est présentée sur la photographie 18 qui est une micrographie à balayage électronique obtenue par rétrodiffusion d'électrons pour différencier les divers éléments. Le diamètre de la marque était de 0,16 pouce environ. Aucune déformation de la surface du noyau n'a été observée. Quatre soupapes (P10, S11, S12 et S13) reçues sans obturateurs en laiton présentaient une marque circulaire profonde sur les faces des noyaux de leurs solénoïdes. Examinées individuellement au microscope à balayage électronique utilisant un imageur par rétrodiffusion d'électrons, ces marques ne présentaient pas le motif typique observé dans le cas des soupapes récupérées avec les obturateurs de laiton en place, et le diamètre de la marque était en moyenne de 0,11 pouce. Une certaine déformation de la surface du noyau a égale-

ment été observée. La photographie 19 fait voir une marque typique.

2.11 Aucune des 64 soupapes à solénoïdes, telles que reçues, ne pouvait fonctionner à la main parce que le mécanisme se bloquait, probablement à cause de l'émulsion du lubrifiant. Des débris ont également été trouvés dans diverses parties à l'intérieur des soupapes. Une fois ces dernières nettoyées, la force requise pour faire fonctionner une soupape à la main en poussant directement sur le noyau du solénoïde était de trois livres dans le cas des treize soupapes soumises aux tests, force facilement contrée en insérant les tiges de commande en laiton. Le jeu maximum du noyau du solénoïde et de la bobine des soupapes a été mesuré à 0,20 pouce. Le noyau du solénoïde, une fois nettoyé, revenait à sa position de repos lorsqu'on dévissait la tige de commande.

2.12 Des débris ont été trouvés à l'intérieur de la plupart des soupapes. Des échantillons représentatifs ont été sélectionnés et envoyés aux laboratoires du Conseil national de recherches du Canada. Les résultats des analyses ont révélé qu'il n'y a pas de preuve que les matières fibreuses et les particules métalliques trouvées étaient dans les soupapes avant l'immersion de ces dernières dans l'eau de mer. Les matières fibreuses correspondaient aux fibres provenant d'éponges marines. Les particules métalliques étaient de la rouille (Fe_2O_3) et de l'alumine (Al_2O_3) résultant typiquement de la corrosion, par l'eau salée, des composants en fer et en aluminium des soupapes.

2.13 Soixante-trois des soixante-quatre soupapes ont été testées électriquement et fonctionnaient correctement. (La soixante-quatrième soupape a été remise à la Commission royale aux fins des tests qu'elle a fait faire à St. John's). La tension minimale requise pour activer une soupape a été mesurée à 76 volts en moyenne. Le noyau du solénoïde était ramené à la position de fonctionnement immédiatement sur application de la tension appropriée, et relâché de la même façon lorsqu'on enlevait la tension.

2.14 L'essai d'une soupape à commande par solénoïdes a été fait afin de déceler des fuites sous la pression d'air de fonctionnement de 90 lb/po². L'alimentation en air a d'abord été acheminée par la conduite d'alimentation en air du collecteur d'échappement de la sous-plaque du cylindre 2, toutes les sous-plaques des soupapes étant bloquées. L'alimentation a été ensuite acheminée à travers l'échappement de la sous-plaque du cylindre 2 de la soupape. Dans les deux cas, une fuite minimale a été observée au niveau de tous les échappements des collecteurs, et aucune chute importante de pression n'a été notée.

Soupape	Déplacement (pouces)			
	#1	#2	#3*	#4
S1	0,665	0,555	0,715	1,190
S2	Tige manquante	0,580	0,725	S/O
S3	0,640	0,510	0,720	1,160
S6	0,650	0,510	0,730	1,135
S7	0,710	0,590	0,730	1,230
S8	0,655	0,560	0,722	1,195
S9	0,730	0,535	0,720	1,185
S10	0,690	0,595	0,715	1,240
S14	0,760	0,620	0,725	1,275
S15	0,645	0,480	0,725	1,115
S16	0,700	0,545	0,725	1,185
P2	0,670	0,550	0,725	1,205
P11	0,690	0,555	0,725	1,205
P12	0,635	0,560	0,730	1,205
P13	Tige manquante	0,600	0,655	S/O
P14	Tige manquante	0,550	0,715	S/O
P15	Tige manquante	0,580	0,720	S/O
P16	0,650	0,630	0,720	1,270

*NOTE : Moyenne de la mesure #3 = 0,723 pouce. La soupape P13 n'a pas été incluse dans le calcul moyen étant donnée que sa mesure #3 n'était pas conforme à la mesure #3 des autres soupapes.

TABLEAU 3
MESURES MICROMÉTRIQUES DES TIGES MUNIES D'OBTURATEURS EN LAITON
(Voir sur les photographies 14 et 15 l'endroit des mesures 1 à 4)

On a ensuite vérifié le fonctionnement de la soupape avec une alimentation en courant alternatif de 115 volts et une pression interne de 74 lb/po². La chute de pression était de 2 lb/po² approximativement au niveau de l'échappement de la contre-plaque du cylindre 2.

EXPOSÉ

3.1 Les 64 soupapes à commande par solénoïdes ont été reçues soit à la position de fonctionnement soit à la position de repos. L'état de fonctionnement ou de repos a été déterminé en procédant aux mesures micrométriques de la profondeur de la position du noyau du solénoïde. On a trouvé que les 18 soupapes reçues munies d'obturateurs de laiton étaient toutes à la position de fonctionnement. (Ceci inclut la soupape P13 pour laquelle la mesure #3 était plus qu'à mi-chemin entre les soupapes munies d'obturateurs de laiton et celles qui ne l'étaient pas. On estime qu'il y aurait eu une pression d'air suffisante au niveau du robinet-vanne à papillon associé pour l'ouvrir.) Les autres soupapes munies ou non d'obturateurs en caoutchouc étaient à la position de repos. Il a été établi que les obturateurs en caoutchouc trouvés sur 22 soupapes n'ont joué aucun rôle dans le fonctionnement des soupapes. La longue période d'immersion dans l'eau de mer a eu pour effet d'émulsifier le lubrifiant des soupapes, causant de ce fait le blocage du mécanisme que l'on a pu conséquemment déterminer ultérieurement être à la position de fonctionnement ou à la position de repos.

3.2 Les analyses au microscope optique et au microscope à balayage électronique ont permis de déterminer que les 14 tiges de commande cassées l'ont toutes été par surcharge de pliage. Aucun signe évident de surcharge de torsion n'a été relevé.

3.3 On a découvert des signes positifs évidents de transfert de matériau des tiges de commande en laiton sur la surface du noyau du solénoïde de chacune des 18 soupapes reçues munies d'obturateurs en laiton. On n'a pas décelé de transfert de cette nature sur aucun autre noyau de solénoïde. Les marques circulaires profondes relevées sur quatre noyaux de solénoïdes provenant des soupapes autres que celles qui ont été reçues munies d'oburateurs en laiton ont été faites au moyen d'un dispositif composé d'un matériau plus dur que celui du noyau des solénoïdes, causant de ce fait une certaine déformation de la surface du noyau. On a trouvé que ces marques circulaires profondes avaient un diamètre inférieur à celui des marques faites par les tiges de commande en laiton. La force requise pour faire fonctionner une soupape à la main était très

peu élevée et il ne fallait que quelques secondes seulement (5 à 10) pour faire fonctionner la soupape à fond à la main une fois la tige de commande en place.

3.4 L'analyse des débris trouvés à l'intérieur des soupapes a révélé qu'ils étaient directement liés au fait que les soupapes avaient séjourné longtemps au fond de la mer, et que ces débris ne se trouvaient pas dans les scupapes avant l'accident.

3.5 Les essais des soupapes ont démontré qu'elles étaient toutes en bon état avant l'accident.

3.6 Les essais de pression des soupapes ont révélé qu'il y avait des fuites minimales lorsque la pression de fonctionnement était appliquée.

CONCLUSIONS

4.1 En réponse aux demandes spécifiques de la Commission royale (renvoi alinéa 1.2, demandes a) à i) respectivement) : –

a) il y avait des signes évidents que toutes les soupapes munies d'obturateurs en laiton avaient été commandées à la main;

b) les obturateurs en caoutchouc trouvés sur 22 soupapes comportaient une rainure en travers afin de prévenir l'accumulation de pression différentielle, et ils n'ont pas pu avoir été poussés à l'intérieur du carter du solénoïde des soupapes, pas plus qu'il n'en a été trouvé à cet endroit;

c) seules les soupapes à commande par solénoïdes munies d'obturateurs en laiton étaient à la position de fonctionnement. On en a conclu que ce sont les seules soupapes qui ont été commandées à la main au moment de l'accident;

d) toutes les soupapes munies d'obturateurs en laiton présentaient un certain transfert de matériau des tiges sur les surfaces du noyau des solénoïdes. Aucune des soupapes reçues sans obturateurs en laiton ne présentait de tels dépôts. La manipulation des obturateurs en laiton et des tiges de commande d'une soupape à l'autre aurait eu pour effet que certaines soupapes reçues sans obturateurs en laiton auraient présenté des traces identiques de laiton, étant donné que ces traces n'auraient pas pu disparaître de la surface du noyau des solénoïdes pendant leur immersion au fond de l'océan. De là, on peut conclure qu'aucune des soupapes reçues sans obturateurs en laiton n'a été commandée à la main lors de l'accident. Les marques découvertes sur les surfaces du noyau des solénoïdes P10, S11, S12 et S13 étaient très probablement dues aux essais qui ont eu lieu avant l'accident au moyen d'une tige qui n'était pas en laiton et, par conséquent, sont jugées ne pas se rapporter à l'accident;

Soupapes de bâbord	Mesure #3 (en pouce)	Soupapes de tribord	Mesure #3 (en pouce)
P1	0,522		
P3	0,527		
P4	0,524		
P5	0,525		
P6	0,516	S4	0,522
P7	0,525	S5	0,599
P8	0,523	S11	0,531
P9	0,525	S12	0,526
P10	0,529	S13	0,526
P17	0,524	S17	0,536
P18	0,528	S18	0,519
P19	0,536	S19	0,531
P20	0,529	S20	0,540
P21	0,524	S21	0,519
P22	–	S22	0,525
P23	0,533	S23	0,522
P24	0,527	S24	0,520
P25	0,525	S25	0,527
P26	0,515	S26	0,519
P27	0,522	S27	0,525
P28	0,514	S28	0,528
P29	0,529	S29	0,528
P30	0,522	S30	0,521
P31	0,498	S31	0,525
P32	0,533	S32	0,526
Moyenne	0,524 pouce	Moyenne	0,529 pouce

Valeur moyenne de toutes les mesures : 0,526 pouce

TABLEAU 4

MESURES MICROMÉTRIQUES DES SOUPAPES SANS OBTURATEURS EN LAITON

(Voir sur la photographie 14 l'endroit de la mesure #3)

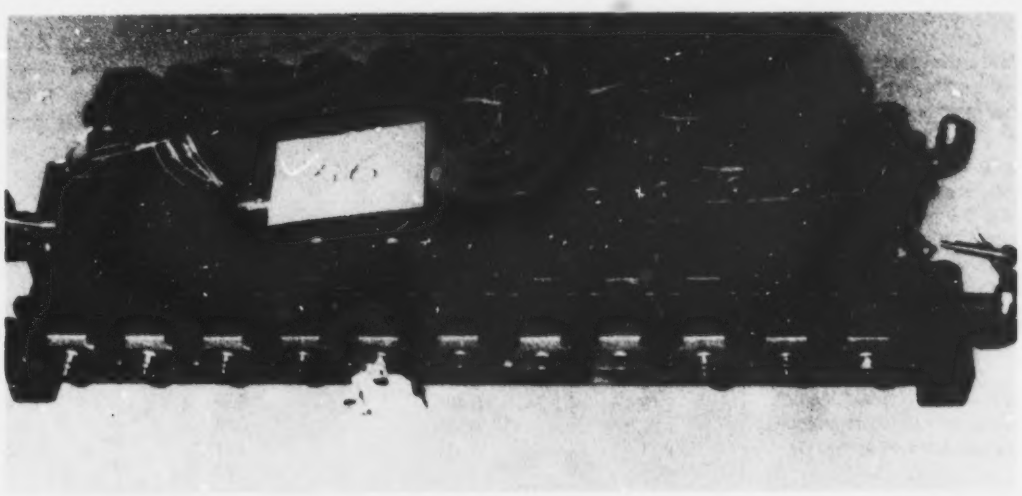
e) les débris trouvés à l'intérieur des soupapes résultaient directement de l'immersion des soupapes dans l'eau salée pendant une longue période. On n'a découvert aucun signe évident de la présence de ces débris avant l'accident, débris qui auraient entraîné une défectuosité des soupapes;

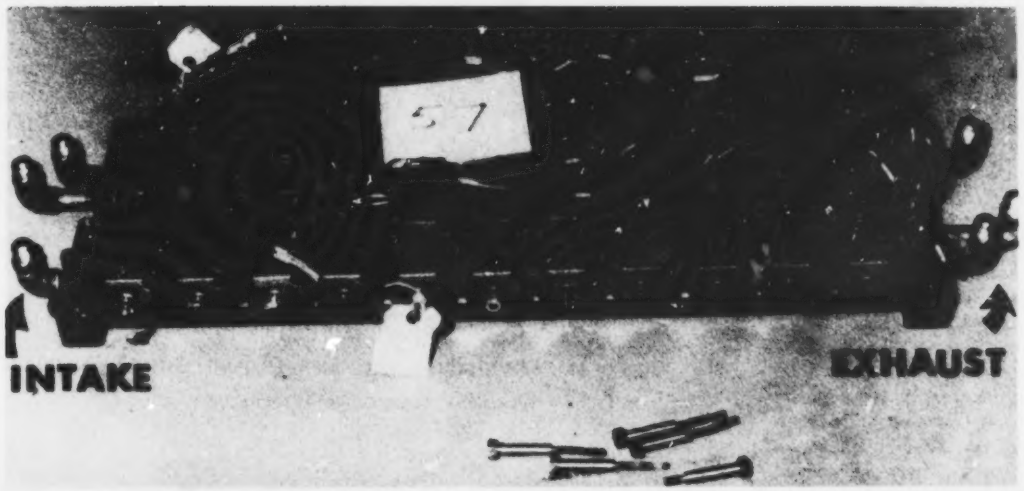
f) les tiges de commande insérées dans les obturateurs maintenaient le mécanisme de chacune des soupapes à la position de fonctionnement pendant l'accident. Lorsque les soupapes ont été submergées, l'eau salée a émulsifié leur lubrifiant, ce qui a fait bloquer leur mécanisme. Ceci a empêché les soupapes commandées à la main de revenir à la position de repos une fois leur tige de commande en laiton enlevée. Étant donné qu'aucune des soupapes reçues sans obturateurs en laiton n'a été retrouvée à la position de fonctionnement, on peut conclure qu'elles étaient soit à la position de repos au moment de l'accident, ou encore que leur mécanisme est revenu à une position de repos dès que leur alimentation électrique a été coupée;

g) aucune fuite importante n'a été décelée pendant les essais des soupapes à la pression d'air normale de fonctionnement;

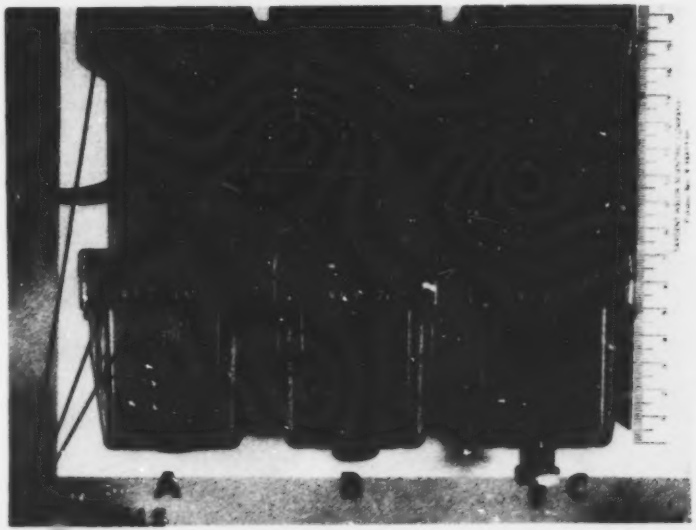
h) les essais des soupapes ont révélé qu'elles étaient en bon état avant l'accident;

i) la casse des tiges de commande est dûe au surcharge de pliage, et l'on juge qu'elles ont vraisemblablement toutes été cassées lorsque les bancs de soupapes à commande par solénoïdes ont été récupérés de l'épave et non pas avant ou pendant l'accident.

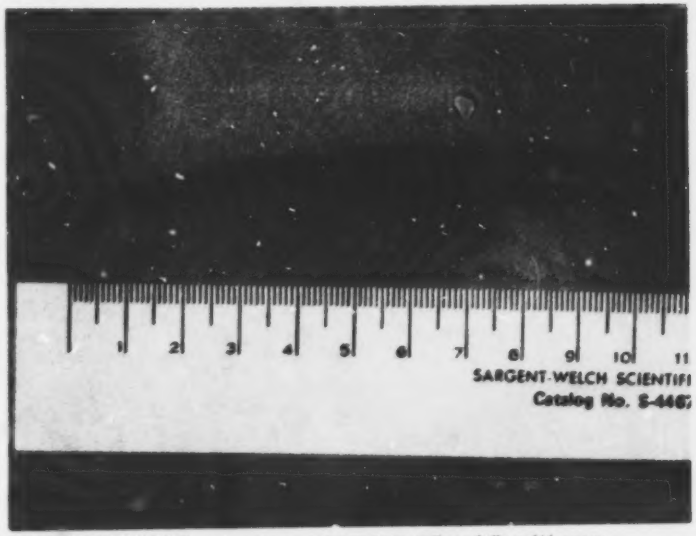




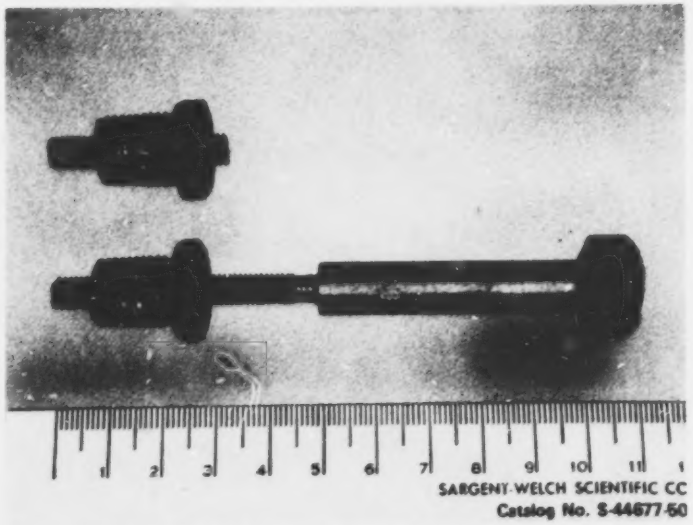
PHOTOGRAPHIES 1 à 3 Les 6 bancs de solénoïdes tels que reçus. L'entrée et l'échappement du collecteur sont indiqués sur la photographie présentée au centre.



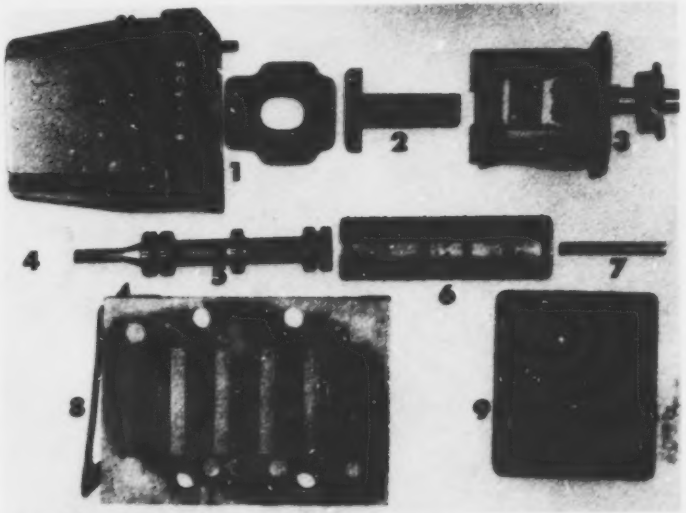
PHOTOGRAPHIE 4 Échantillons de soupapes à commande par solénoïdes : sans obturateur de caoutchouc ou de laiton, «A»; avec obturateur de caoutchouc, «B»; avec obturateur de laiton et avec reste de tige de commande, «C»; Remarquer le lettrage sur les plaques en laiton et les rubans de plastique.



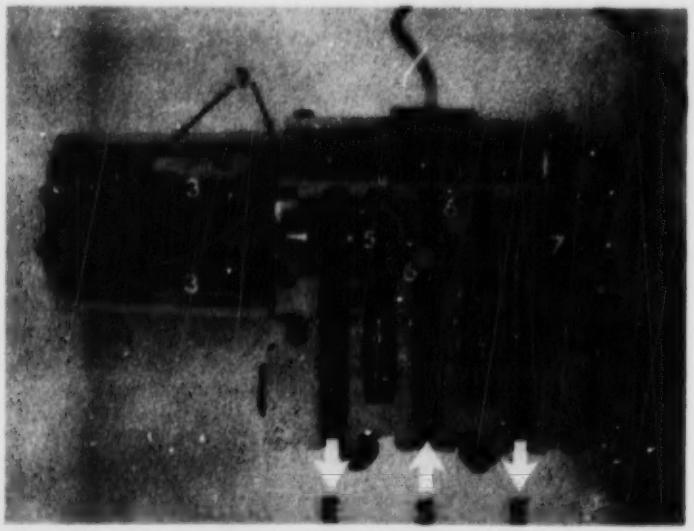
PHOTOGRAPHIE 6 Tige de commande courbée, telle qu'elle a été reçue.



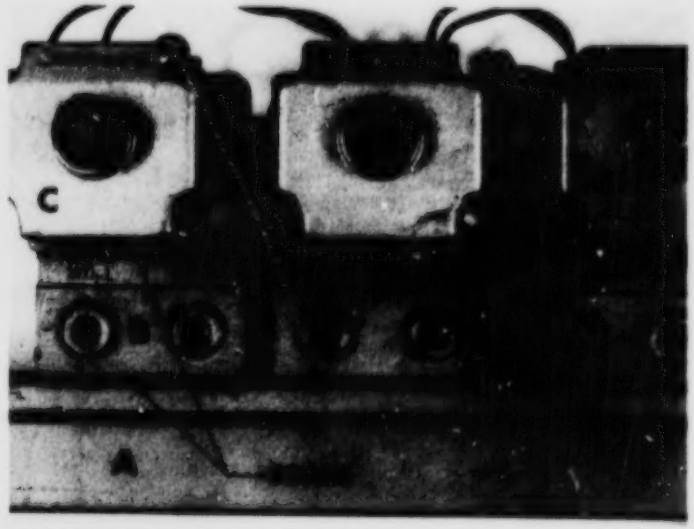
PHOTOGRAPHIE 5 Tige de commande cassée et tige intacte, insérée dans un obturateur de laiton.



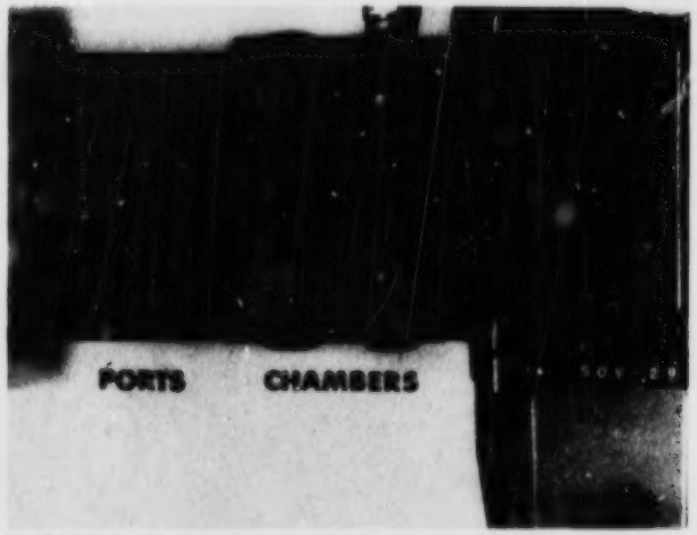
PHOTOGRAPHIE 7 Les différents composants d'une soupape à commande par solénoïdes : 1) couvercle et garniture 2) noyau du solénoïde 3) solénoïde 4) dispositif de retenue en plastique 5) bobine 6) manchon 7) ressort 8) corps principal de soupape 9) contre-plaque et garniture.



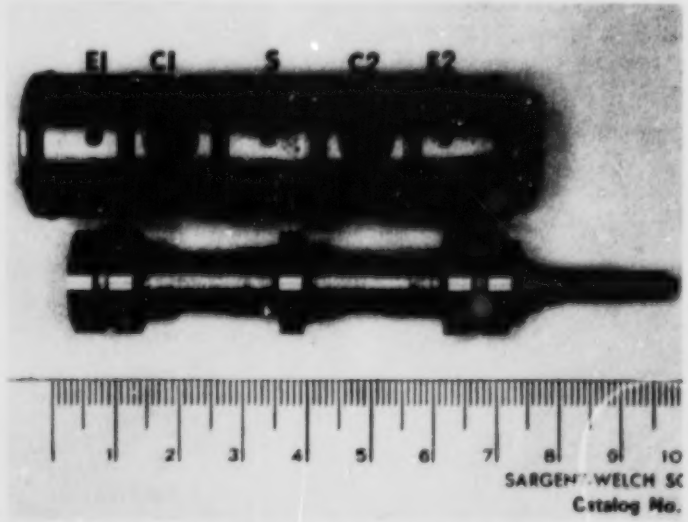
PHOTOGRAPHIE 8 Coupe transversale d'une soupape illustrant le mécanisme interne. On a utilisé la même identification numérique que celle de la photographie 7. L'alimentation en air et les deux échappements sont identifiés S et E, respectivement.



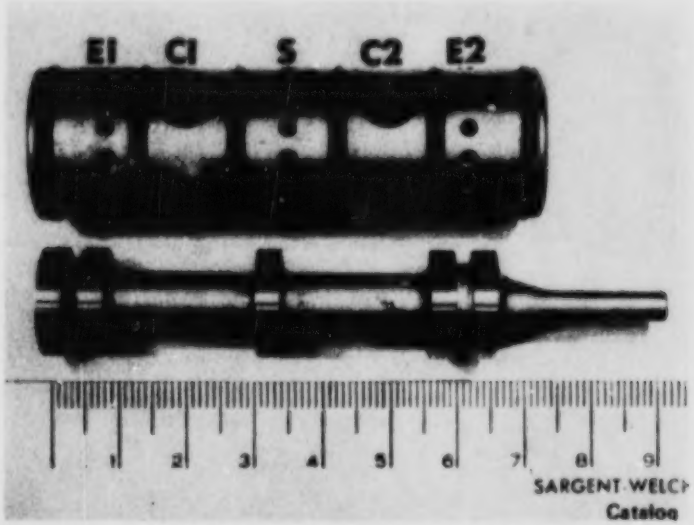
PHOTOGRAPHIE 9 Montage typique d'un banc de soupapes à commande par solénoïdes : collecteur «A», contre-plaque «B», et soupape «C». Remarquer les obturateurs en caoutchouc sur deux des soupapes.



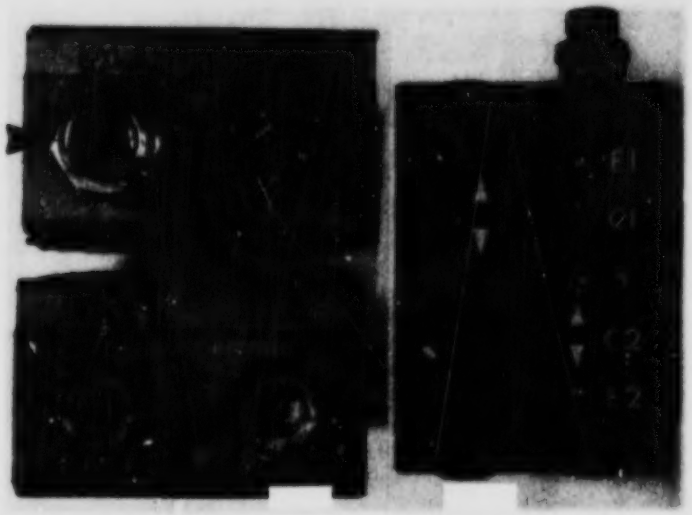
PHOTOGRAPHIE 10 Les orifices du collecteur et les chapelles de la soupape et de la contre-plaque sont identifiés sur cette photographie.



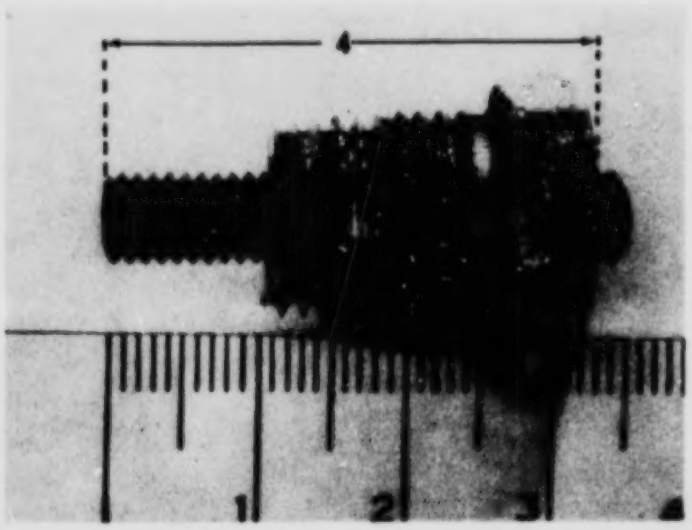
PHOTOGRAPHIE 11 Le manchon et la bobine sont montrés séparément mais sont alignés, à la position de repos de la soupape. Le rapport entre le manchon et les chapelles de la soupape est indiqué par E1, C1, S, C2 et E2.



PHOTOGRAPHIE 12 Le manchon et la bobine sont montrés séparément mais sont alignés à la position de fonctionnement de la soupape. Le rapport entre le manchon et les chapelles de la soupape est indiqué par E1, C1, S, C2 et E2.

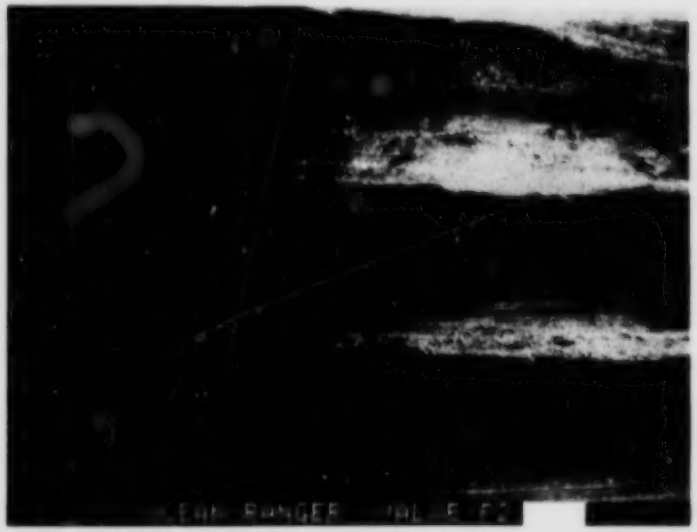


PHOTOGRAPHIE 13 Vue arrière et vue avant de la contre-plaque, à gauche. La flèche indique le seul échappement ouvert. À droite, vue du dessus de la contre-plaque avec direction du flux d'air à partir de «C1» et «C2».

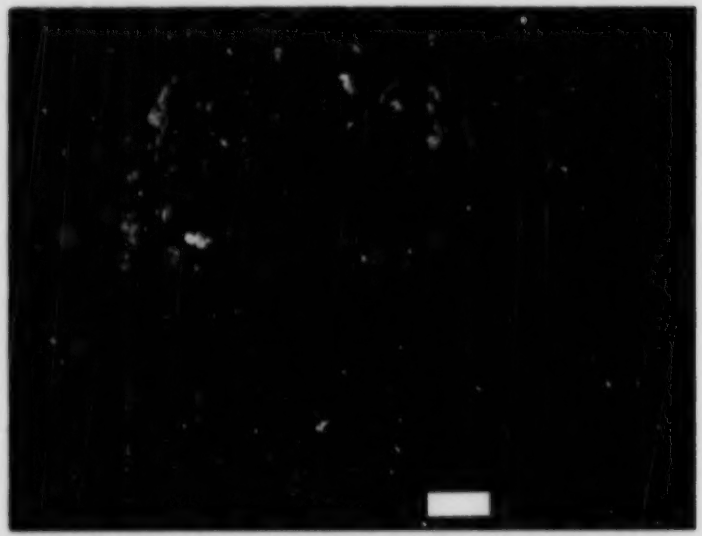


PHOTOGRAPHIES 14 à 15 Les quatre mesures micrométriques compilées aux tableaux 3 et 4 sont présentées ici avec les numéros de renvoi utilisés dans ces tableaux.

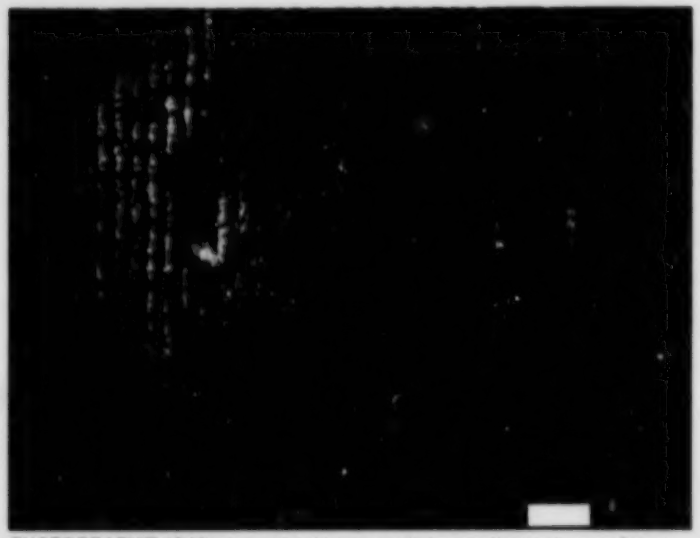
PHOTOGRAPHIE 16 Photographie d'une micrographie obtenue par balayage électronique montrant une surface typique de fracture dans les 14 tiges de commande.



PHOTOGRAPHIE 17 Photographie d'une micrographie obtenue par balayage électronique montrant les fissures observées dans les filets d'une tige de commande cassée. Typique de toutes les 14 tiges de commande examinées.



PHOTOGRAPHIE 18 Micrographie obtenue par balayage électronique montrant une marque typique de laiton observée sur la face du noyau de solénoïde de la soupape S1.



PHOTOGRAPHIE 19 Micrographie obtenue par balayage électronique montrant une marque typique observée sur la face du noyau des solénoïdes des soupapes P10, S11, S12 ET S13.

DISPOSITION DES 64 SOUPAPES À COMMANDE PAR SOLÉNOÏDES SOUS LA CONSOLE DE CONTRÔLE DES BALLAST, MONTRANT L'ÉTAT DANS LEQUEL ELLES FURENT TROUVÉES

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 3

P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 2

P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 1

S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 4

P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 5

P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21

BANC DE SOLÉNOÏDES NO. 6

S 22	S 23	S 24	S 25	S 26	S 27	S 28	S 29	S 30	S 31	S 32

MUNIES D'UNE TIGE EN LAITON

FIGURE 1

511

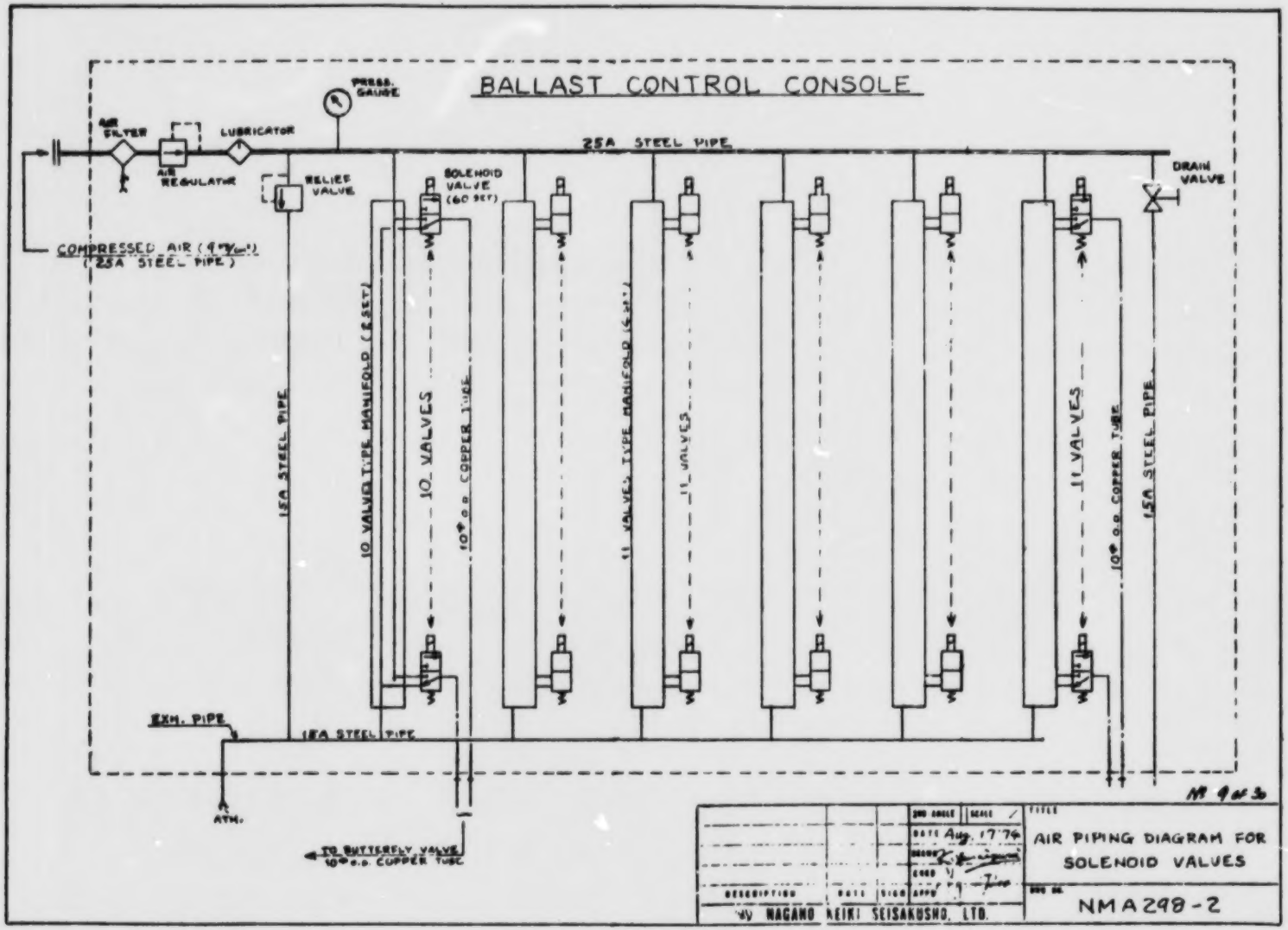


FIGURE 2 CONSOLE DE CONTRÔLE DES BALLASTS

RAPPORT «D»
RAPPORT TECHNIQUE EP 331/83
ANALYSE DES PANNEAUX SCHÉMATIQUES DE CONTRÔLE DES BALLASTS
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant les panneaux schématiques de contrôle des ballasts récupérés de l'épave de la plate-forme.

1.2 Les photographies 1 à 4 font voir les quatre panneaux tels qu'on les a reçus. Ces photographies ont été prises à bord du bateau de plongée peu après la récupération des panneaux de la salle de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger* en juillet 1982. À ce moment-là, les panneaux ont été lavés à l'eau douce au moyen d'un boyau d'arrosage puis on les a vaporisés de WD-40 afin d'en enlever le plus d'eau possible dans une tentative de prévenir toute corrosion supplémentaire des interrupteurs. La Commission demandait formellement ce qui suit :

1) photographier et identifier tous les interrupteurs de commande et des pompes, ainsi que les lampes témoins des soupapes manuelles avant de procéder aux tests;
2) examiner tous les interrupteurs et les lampes témoins afin de déceler tout signe évident de brûlure ou de carbonisation;
3) examiner tous les interrupteurs et toutes les lampes témoins afin de déceler tout signe évident d'amorçage d'arc aux bornes des contacts des ampoules;
4) consigner le nombre d'ampoules dans chaque interrupteur et lampe témoin, et déterminer si elles sont en bon état ou non;
5) examiner en détail les contacts des micro-contacts contenus dans les ensembles d'interrupteurs suivants afin de déceler tout signe évident d'amorçage d'arc : interrupteurs de bâbord/tribord 1 à 16 inclusivement, 20, 27, 30 et 32.

EXAMEN

2.1 Les quatre panneaux récupérés de l'épave et envoyés au LTSA étaient les panneaux schématiques des soupapes des réservoirs de bâbord et de tribord et les panneaux schématiques des chambres des pompes de bâbord et de tribord tels qu'on peut les voir sur les photographies 1 à 4 et décrits dans les schémas de principe NMA298-1-1 et 2 ci-joints, figures 3 et 4.

2.2 Les panneaux schématiques des réservoirs contenaient normalement 16 paires de micro-contacts de commande numérotées de 1 à 16. Il a été noté que les commutateurs P-2 et P-8 n'étaient pas en place. Les panneaux des chambres des pompes contenaient 16 paires de micro-contacts de commande, 10 paires de lampes témoins et 6 paires d'interrupteurs de pompes identifiés par fonction. La lampe témoin S-35 et la douille de l'interrupteur P-17 manquaient. En outre, 10 des 12 boutons rouges d'arrêt des pompes et 4 des 12 boutons verts de marche des pompes avaient disparu; toutefois, leurs ampoules étaient encore in situ. Tout ceci est indiqué dans les photographies 1 à 4.

2.3 Un diagramme d'acheminement, gravé sur les panneaux, reliait schématiquement chaque fonction d'interrupteur et de lampe témoin au système de contrôle des ballasts, voir les schémas de principe NMA298-1-1 et 2.

2.4 Les panneaux semblaient relativement propres et en bon état. Il y avait peu de corrosion sur les parties extérieures des interrupteurs, leurs bornes et leur câblage, et certains n'en présentaient aucune trace. Les panneaux eux-mêmes étaient en acier inoxydable et n'étaient pas touchés par la corrosion. Cependant, la peinture qui faisait ressortir les lignes gravées du schéma des conduites était pelée en plusieurs endroits comme l'indiquent les photographies 2 et 4. On a découvert qu'un seul interrupteur (P-19) avait été endommagé par des étincelles et des brûlures autour de ses bornes. La photographie 5 montre cet interrupteur. On n'a pu relever aucun signe évident de suie ou de noircissement (pouvant résulter typiquement de brûlures ou d'étincelles) nulle part sur les panneaux à l'exception de ce qu'on a trouvé sur la paire d'interrupteurs P-19.

2.5 Le câblage de tous les interrupteurs et de toutes les lampes témoins des panneaux était du même type. Il était de calibre 18 avec gaine isolante en PVC. La gaine était de couleur grise et beaucoup plus résistante et rigide que ce que l'on considère normal pour ce type d'application.

2.6 Chaque paire d'interrupteurs avait 10 connexions soudées sur 8 bornes, et les lampes témoins 5 connexions sur 4 bornes. La paire d'interrupteurs des pompes avait des pattes de fixation vissées comportant 12 connexions sur 8 bornes. Ceci donne un total de 740 connexions soudées sur 96 bornes. Toutes les connexions des bornes étaient exposées comme on peut le constater sur les photographies 5 à 9 qui montrent l'arrière (ou le dessous) des panneaux.

2.7 Les interrupteurs enlevés des panneaux ont été identifiés ainsi qu'il suit : 62 paires de micro-contacts de commande, numéro de pièce MCN-22-M10, 19 paires de lampes témoins, numéro de pièce MCN-23, tous fabriqués par IZUMI Denki du Japon; 12 interrupteurs de pompes, «rouges», numéro de pièce LS-4031E-11R, et 12 interrupteurs de pompes «verts», numéro de pièce LS-1031E-11G, tous manufacturés par Tokyo Denki du Japon. Les micro-contacts de commande et les lampes témoins étaient conçus pour loger chacun deux ampoules. Cependant, ils étaient tous câblés pour loger chacun une seule ampoule seulement. Après les avoir déposé des panneaux, tous les interrupteurs ont été photographiés de profil sur diapositives de 35 millimètres. Ces dernières seront soumises à la Commission avec le présent rapport.

2.8 La construction des micro-contacts de commande est décrite à la figure 1. La paire d'interrupteurs faisant partie du circuit de commande des soupapes à papillon est présentée à la figure 2 sous forme schématique. Elle est indiquée par les deux parties entourées de lignes en traits. À partir de ce schéma, il est évident que les ampoules et les micro-contacts de la paire d'interrupteurs sont dans des circuits séparés et qu'ils ont un rapport entre eux uniquement par l'intermédiaire des disjoncteurs de sécurité des soupapes à papillon et par les contacts de relais.

2.9 L'examen microscopique de tous les contacts des ampoules n'a révélé aucun signe évident d'amorçage d'arc ni de brûlure. Une certaine corrosion de peu d'importance a été relevée sur la majorité des contacts; cependant, ceci peut être dû au fait que les panneaux ont séjourné six mois dans l'eau salée. À l'exception de la paire d'interrupteurs P-19, aucun des interrupteurs des soupapes ne présentait de signes évidents de dommages.

2.10 L'examen microscopique détaillé des 76 micro-contacts Burgess V4T6 enlevés des paires des micro-contacts P1 à 16, 20, 27, 30 et 32 (les interrupteurs P-2 et P-8 manquaient) et S1 à 16, 20, 27, 30 et 32 n'a révélé aucun signe évident d'amorçage d'arc. La photographie 10 montre l'un de ces micro-contacts avec une partie de son boîtier enlevée afin de révéler son mécanisme. Tous ces micro-contacts ont été photographiés sur diapositives de 35 mm afin d'en révéler le mécanisme. Ces dernières seront présentées à la Commission avec le présent rapport.

2.11 Les lampes témoins de commande manuelle des soupapes de bâbord/tribord 33 à 41 (S-35 manquait) ont été examinées afin de déceler tout signe évident de dommage, tel que carbonisation, brûlures ou amorçage d'arc. Aucun dommage de cette nature n'a été trouvé sur l'une quelconque des 19 lampes témoins examinées. Les contacts des ampou-

les présentaient une légère corrosion semblable à celle qu'on a relevée sur les interrupteurs.

2.12 Les interrupteurs des pompes étaient d'une conception bien différente de celle des micro-contacts de commande comme en font foi les photographies 11 et 12. Une paire d'interrupteurs de pompes comprenait un interrupteur spontané «marche» à bouton-poussoir vert qui, lorsqu'il était enfoncé, mettait en circuit un relais à verrouillage automatique qui mettait la pompe en marche «ON», et un interrupteur «arrêt» à verrouillage automatique à bouton-poussoir rouge qui, lorsqu'il était enfoncé, relâchait le relais et arrêtait la pompe. Le bouton «arrêt» devait être enfoncé de nouveau pour que la lampe témoin rouge s'éteigne et pour que le bouton de marche vert s'allume. L'ampoule de 18 volts logée dans le bouton-poussoir de ces interrupteurs était alimentée directement à partir du circuit de commande de 115 volts par l'intermédiaire d'un petit transformateur monté dans l'interrupteur juste sous le bouton-poussoir, comme le montre la photographie 13. Le mécanisme même de l'interrupteur était placé au fond de l'interrupteur, voir la photographie 13. Aucun dommage par amorçage d'arc ou par brûlure n'a été constaté dans l'un quelconque des 24 interrupteurs de pompes montés dans les panneaux.

2.13 Chacun des 152 interrupteurs et des 40 lampes témoins des quatre panneaux contenait normalement une ampoule. On a découvert que deux interrupteurs et une paire de lampes témoins ainsi que deux supports d'ampoules manquaient, ce qui a porté à 184 le nombre d'ampoules examinées. Les filaments de 80 ampoules sur les 184 étaient cassés. Le Rapport «E» (EP 332/82) du LTSA porte sur l'analyse de ces ampoules. Les 80 ampoules brûlées ont toutes été photographiées sur diapositives de 35 mm qui seront présentées à la Commission avec le présent rapport.

2.14 La paire d'interrupteurs P-19 est le seul composant des panneaux que l'on a trouvé endommagé. Seul l'interrupteur vert était endommagé, comme le montrent les photographies 5 et 14. L'interrupteur rouge ne présentait aucun dommage. Le logement du micro-contact était endommagé par la chaleur près de la borne commune du micro-contact, et une borne d'ampoule était réduite en cendres.

EXPOSÉ

3.1 L'interrupteur vert P-19 a brûlé très vraisemblablement en raison de l'infiltration de l'eau de mer qui a causé un tracé conducteur entre la masse et le circuit de 115 volts par l'intermédiaire des pièces métalliques du micro-contact de commande, du panneau métallique et de la borne de 115 volts. Nous jugeons qu'il est très probable que cet interrupteur est l'endroit même à partir duquel il s'est produit une «fuite» de courant alternatif de 115 volts dans le circuit des ampoules de 24 volts en courant alternatif, ce qui a fait griller les 68 ampoules.

3.2 Comme on peut le constater sur la photographie 13, les bornes secondaires de 18 volts et les bornes primaires de 115 volts dans les interrupteurs des pompes sont très rapprochées les unes des autres. Lorsque les panneaux ont été inondés, l'eau de mer a très probablement pénétré dans les interrupteurs des pompes au niveau des bornes du transformateur et a court-circuité les contacts primaires au secondaires, ce qui a fait passer la tension de 115 volts dans les ampoules de 18 volts et fait griller les filaments en raison d'une surtension. Ceci s'est produit uniquement au niveau des lampes témoins des pompes qui étaient allumées.

CONCLUSIONS

4.1 Toutes les photographies requises ont été prises et seront remises à la Commission avec le présent rapport.

4.2 Aucun signe évident de brûlure, de carbonisation ou d'amorçage d'arc n'a été relevé sur l'un quelconque des composants des panneaux, exception faite de l'interrupteur «vert» P-19.

4.3 Tous les interrupteurs et toutes les lampes témoins étaient câblés pour une ampoule seulement. Aucune ampoule ne manquait dans ces derniers, sauf P-17. Cependant, il n'y avait pas de douille dans cette paire d'interrupteurs.

4.4 Les filaments de 80 des 184 ampoules examinées étaient brûlés.

4.5 Le Rapport «E» (EP 332/83) du LTSA contient l'analyse détaillée des défaillances des ampoules.

4.6 La partie inférieure du logement des micro-contacts de l'interrupteur «vert» P-19 présentait des signes évidents de dommages causés par amorçage d'arc et brûlures, résultant probablement d'un court-circuit dû à l'eau de mer entre les bornes de 115 volts et la masse par l'intermédiaire des structures métalliques du corps de l'interrupteur.

4.7 Le court-circuitage de l'interrupteur «vert» P-19 est probablement à l'origine de la fuite de la tension de 115 volts dans le circuit des ampoules de 24 volts, ce qui a fait griller les 68 ampoules.

4.8 Aucun signe évident d'amorçage d'arc dans l'un quelconque des micro-contacts examinés n'a pu être décelé.

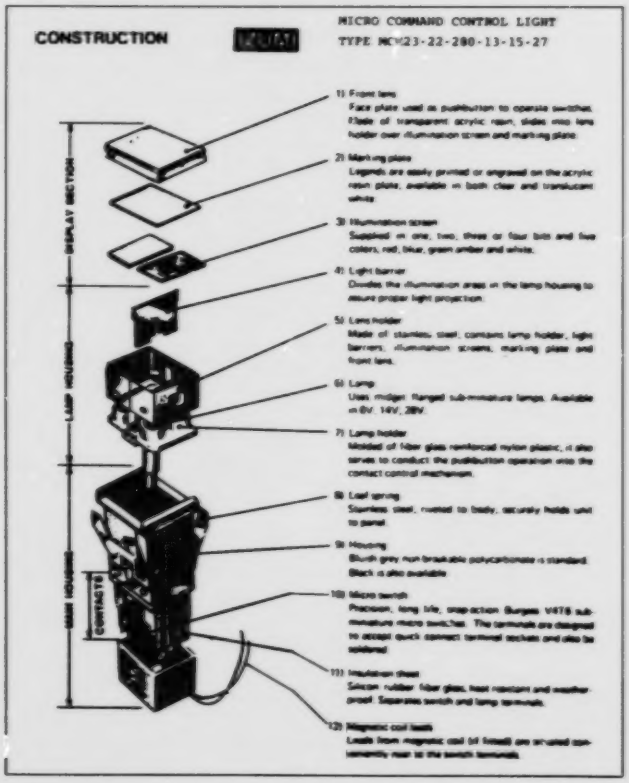
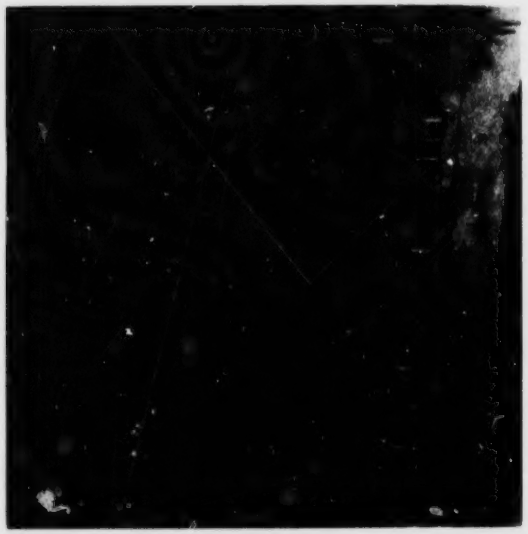


FIGURE 1

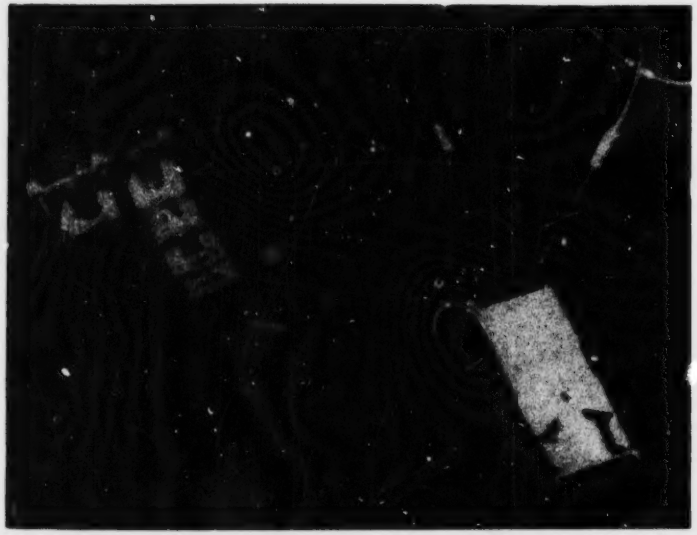


PHOTOGRAPHIE 1 Panneau schématique des soupapes de la chambre des pompes (bâbord).

PHOTOGRAPHIE 2 Panneau schématique des soupapes des réservoirs (bâbord)

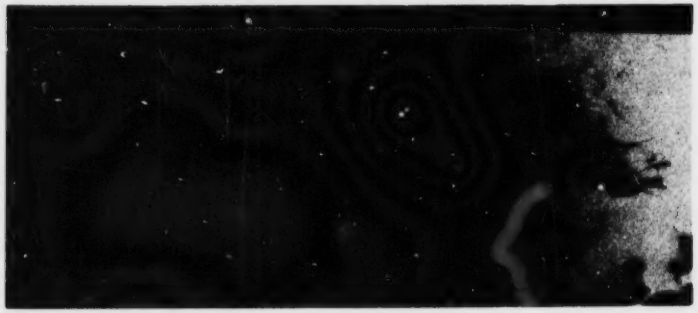
PHOTOGRAPHIE 3 Panneau schématique des soupapes des réservoirs (tribord).

PHOTOGRAPHIE 4 Panneau schématique des soupapes de la chambre des pompes (tribord).

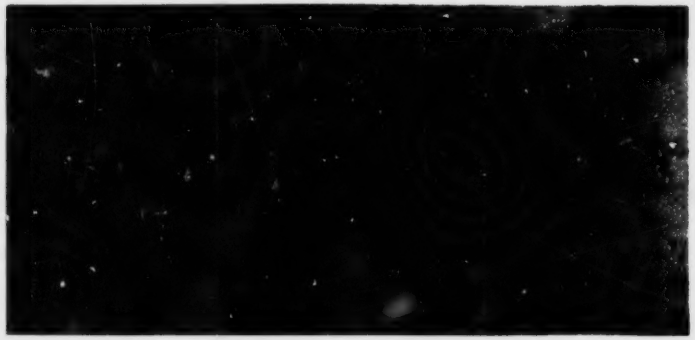


PHOTOGRAPHIE 5 Interrupteur P-19. Dommages causés par jaillissement d'étincelles.

PHOTOGRAPHIE 6 Vue du dessous du panneau schématique des soupapes de la chambre des pompes (bâbord).

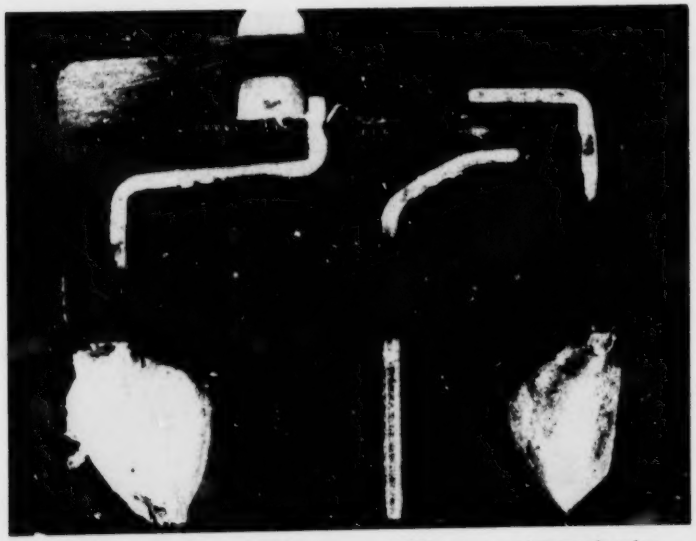


PHOTOGRAPHIE 7 Vue du dessous du panneau schématique des soupapes des réservoirs (bâbord).

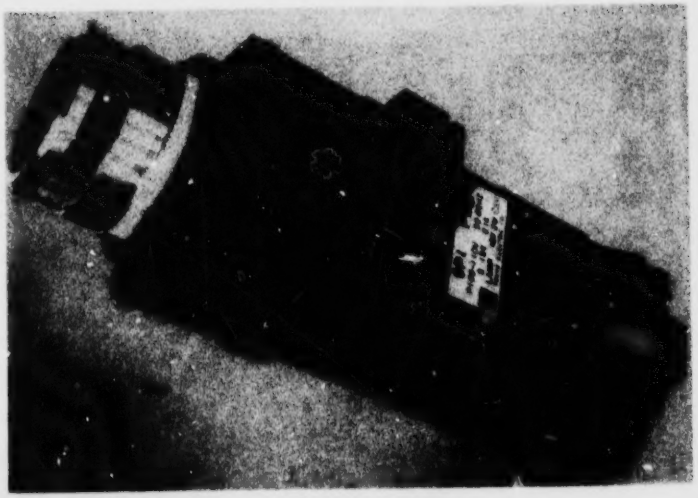


PHOTOGRAPHIE 8 Vue du dessous du panneau schématique des soupapes des réservoirs (tribord).

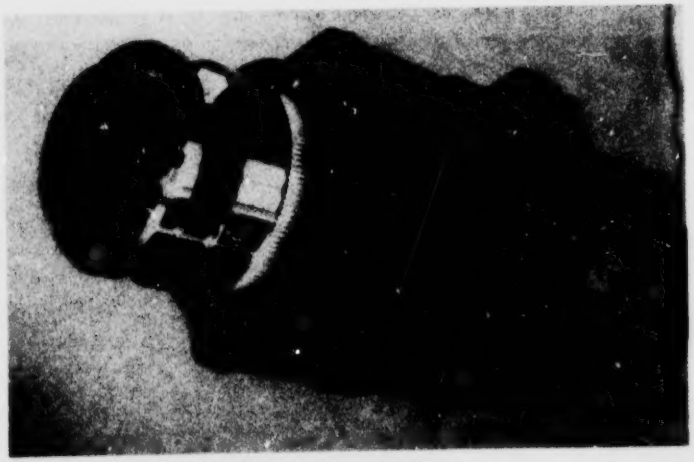
PHOTOGRAPHIE 9 Vue du dessous du panneau schématique des soupapes de la chambre des pompes (tribord).



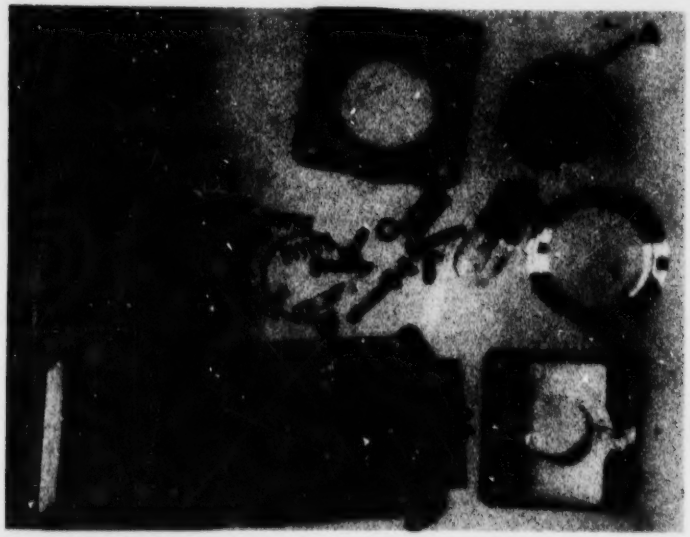
PHOTOGRAPHIE 10 Micro-contact «burgess V4T6». avec vue interne de mécanisme et contacts.



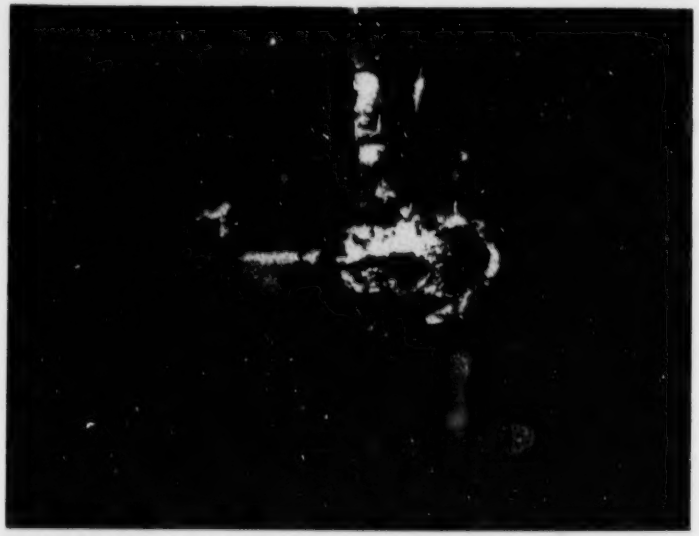
PHOTOGRAPHiE 11 Interrupteur de pompe «rouge».



PHOTOGRAPHIE 12 Interrupteur de pompe «vert».



PHOTOGRAPHIE 13 Composants d'un interrupteur de pompe. "A" bouton-poussoir, "B" transformateur et "C" contacts de l'interrupteur.



PHOTOGRAPHIE 14 Détail de la partie brûlée de l'interrupteur P-19.

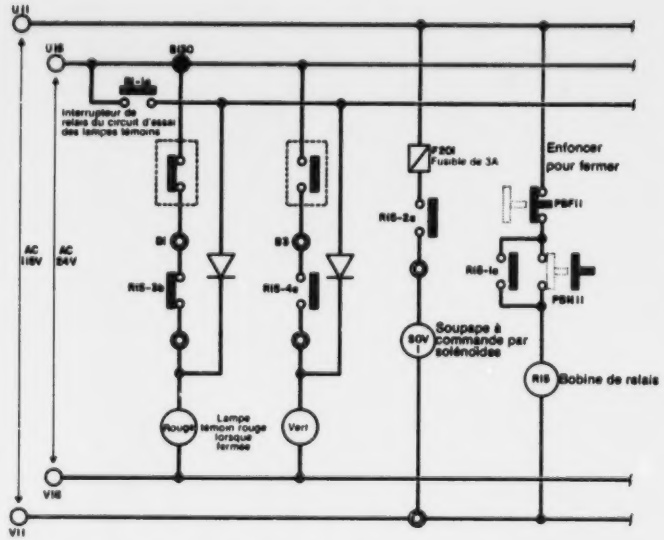
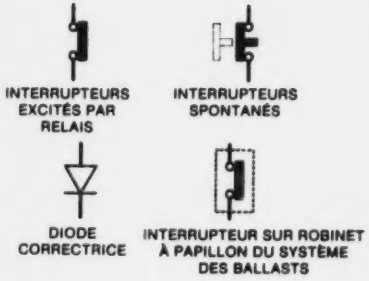


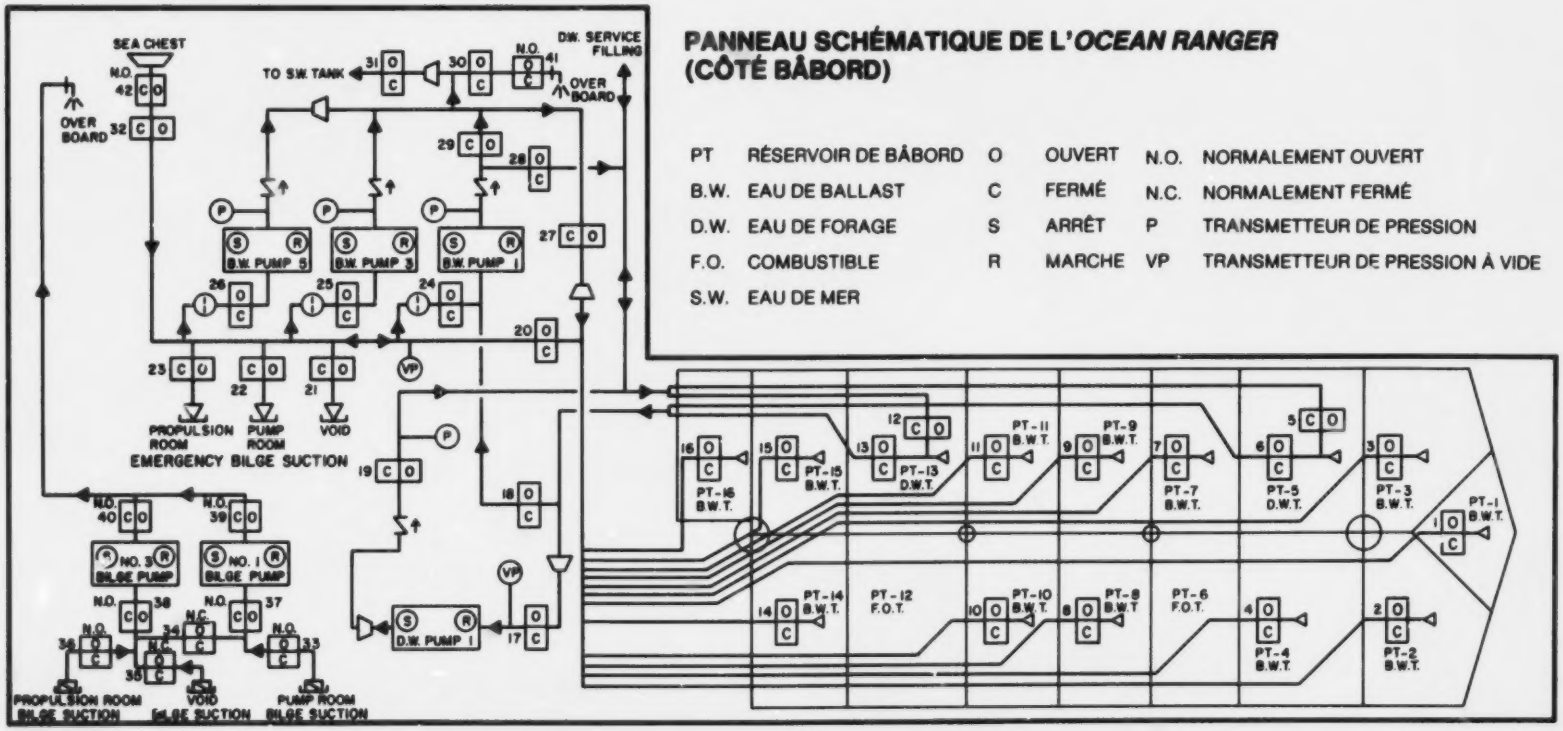
FIGURE 2

LÉGENDE



PANNEAU SCHÉMATIQUE DE L'*OCEAN RANGER* (CÔTÉ BÂBORD)

PT	RÉSERVOIR DE BÂBORD	O	OUVERT	N.O.	NORMALEMENT OUVERT
B.W.	EAU DE BALLAST	C	FERMÉ	N.C.	NORMALEMENT FERMÉ
D.W.	EAU DE FORAGE	S	ARRÊT	P	TRANSMETTEUR DE PRESSION
F.O.	COMBUSTIBLE	R	MARCHE	VP	TRANSMETTEUR DE PRESSION À VIDE
S.W.	EAU DE MER				



Note: Voir page 102 pour la traduction des termes au complet.

FIGURE 3

PANNEAU SCHÉMATIQUE DE L'*OCEAN RANGER* (CÔTÉ TRIBORD)

ST	RÉSERVOIR DE TRIBORD	O	OUVERT	N.O.	NORMALEMENT OUVERT
B.W.	EAU DE BALLAST	C	FERMÉ	N.C.	NORMALEMENT FERME
D.W.	EAU DE FORAGE	S	ARRÊT	P	TRANSMETTEUR DE PRESSION
F.O.	COMBUSTIBLE	R	MARCHE	VP	TRANSMETTEUR DE PRESSION À VIDE
S.W.	EAU DE MER				

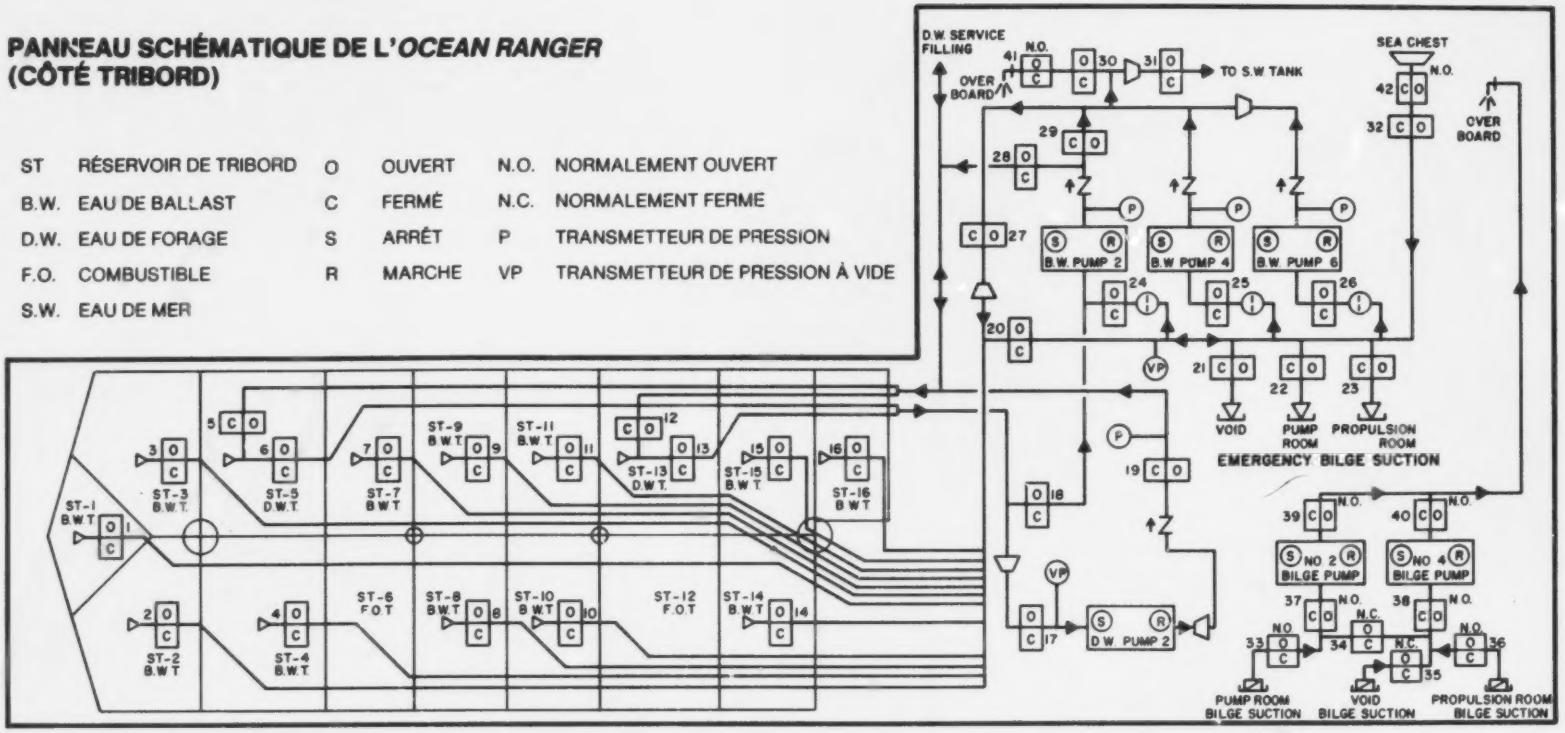


FIGURE 4

RAPPORT «E»
RAPPORT TECHNIQUE EP 332/83
ANALYSE DES AMPOULES DU PANNEAU DE CONTRÔLE DES BALLASTS
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant les ampoules enlevées du panneau de contrôle de l'*Ocean Ranger* afin de déterminer celles qui fonctionnaient et celles qui avaient été endommagées.

EXAMEN

2.1 Aux fins des analyses, les ampoules provenant du panneau de contrôle ont été divisées en quatre groupes : les ampoules étiquetées P1 à P42 des soupapes du côté bâbord, les ampoules S1 à S42 des soupapes du côté tribord, les lampes témoins des pompes de bâbord et celles des pompes de tribord. Les ampoules numérotées 1 à 42 des soupapes de bâbord et de tribord étaient logées dans des ensembles d'interrupteurs ou de lampes témoins qui pouvaient contenir chacun quatre ampoules. La plupart des ensembles ne contenaient chacun que deux ampoules, l'une pour l'éclairage de la plaque de fonction rouge translucide identifiée «closed» et l'autre pour l'éclairage de la plaque verte translucide identifiée «open». Dans les ensembles qui contenaient plus de deux ampoules, deux seulement étaient câblées dans le circuit. Par conséquent, les ampoules supplémentaires n'ont pas été examinées en tant que partie du circuit. Les lampes témoins des pompes de bâbord et de tribord indiquaient les pompes qui étaient en marche en éclairant une plaque verte alors qu'un bouton rouge signalait une pompe arrêtée. Les ensembles des interrupteurs étaient câblés pour fournir une alimentation de 24 volts aux ampoules, et un circuit de 115 volts passait le long du circuit de 24 volts, afin d'alimenter les solénoïdes. Les lampes témoins des soupapes, numérotées 33 à 42, étaient des lampes témoins sans interrupteurs pour indiquer le fonctionnement manuel des soupapes, et leur câblage ne permettait qu'une alimentation de 24 volts seulement.

2.2 Les ampoules retirées du panneau avaient été fabriquées par diverses sociétés (surtout par Stanley et Chicago Miniature) et elles étaient typiquement du type 387. Toutes les ampoules ont été jugées acceptables pour ce type d'application.

TABLEAU 1

Lampes témoins des soupapes — Bâbord et tribord

INTER-RUPTEUR	REMARQUES
P3 Ouvert	Cassure chaude.
P3 Fermé	Filament soudé au verre à trois endroits, cassé à trois endroits.
P4 Ouvert	Fracture chaude à un endroit et soudé au verre.
P4 Fermé	Fracture chaude et soudé au verre.
P5 Fermé	Fracture chaude et soudé au verre à deux endroits.
P6 Ouvert	Fracture chaude et soudé au verre.
P7 Ouvert	Bornes de support et filament à travers le verre.
P11 Fermé	Filament soudé au verre.
P12 Fermé	Fracture chaude et soudé au verre.
P13 Fermé	Fracture chaude, plusieurs fragments. Grillage dû à l'usure et à la surtension.
P14 Fermé	Fracture chaude et soudé au verre.
P15 Ouvert	Fracture friable.
P16 Fermé	Fracture chaude et légère fusion.
P19 Fermé	Fracture chaude, filament.
P20 Ouvert	Fracture chaude, chaque borne de contact. Probablement fracture chaude.
P20 Fermé	Fracture près de la borne de contact. Probablement fracture chaude.
P25 Ouvert	(Données non incluses).
P25 Fermé	Fracture chaude du filament. Signes évidents de points de fusion sur le filament et une fracture friable.
P27 Fermé	Fracture chaude.
P28 Fermé	Filament à travers le verre et borne de support à travers le verre. Grillage possible.
P28 Ouvert	Filament cassé lâche, cassures friables internes.
P29 Ouvert	Filament cassé, friable et fusion.
P31 Ouvert	Fracture chaude du filament.
P33 Ouvert	Fracture chaude près de la borne de support.
P34 Fermé	Fracture chaude.
P35 Ouvert	Fracture chaude, parties soudées à l'enveloppe de verre.
P35 Fermé	Fracture chaude, pièces soudées au verre.
P36 Fermé	Fracture chaude entre les bornes de support.
P37 Ouvert	Fracture chaude.
P38 Ouvert	Plusieurs fragments de filament, chaude.

2.3 L'examen des ampoules a inclus un examen des filaments au microscope optique. Cet examen a révélé que plusieurs ampoules contenaient des filaments cassés, photographie 1, et/ou des filaments étirés, photographie 2 et/ou des filaments fondus et soudés à l'enveloppe de verre, photographie 3. Toutes les ampoules présentant quelque dommage ont été subséquemment examinées au microscope à balayage électronique. Dans la majorité des cas où les filaments étaient cassés, ils l'étaient à proximité de leur bornes de contact, ce qui est en soi un point faible des filaments des ampoules. L'analyse des surfaces brisées au moyen du microscope à balayage électronique a révélé que la plupart des cassures présentaient une surface régulière caractéristique d'un filament chaud au moment du bris, exception faite de huit cassures qui étaient friables. Les photographies 4, 5 et 6 montrent des fractures «chaudes» ou régulières typiques de ce qu'on a constaté dans le cas de l'*Ocean Ranger*. Le Tableau 1 est une liste de toutes les ampoules examinées et dans lesquelles on a décelé des dommages.

EXPOSÉ

3.1 Les fractures «chaudes» observées dans presque tous les filaments cassés peuvent se produire de façon typique comme résultat de trois mécanismes différents :

a) impact violent alors que le filament est incandescent;
b) grillage en raison de l'usure;
c) grillage en raison d'une surtension.

Le fait que 43% des ampoules aient fait défaut et qu'il ne semble pas qu'un choc considérable ait pu se produire pendant que la plate-forme coulait laissent croire que les ampoules ont grillé en raison d'une surtension. Des tests en laboratoire des ampoules de type 327 de la Générale Électrique (semblables aux ampoules récupérées de l'*Ocean Ranger*) ont été effectués afin de déterminer les effets d'une haute tension. Ces tests ont révélé que les filaments cassaient de façon typique près d'une ou des deux bornes de contact, et qu'ils fondaient et se soudaient souvent à l'enveloppe de verre. Les cassures étaient typiquement régulières et semblables à celles que l'on a découvert dans le panneau de contrôle de l'*Ocean Ranger*. La majorité des ampoules provenant de l'*Ocean Ranger* n'ont révélé, à leur examen, aucun signe d'usure excessive (apparence fortement dentelée) ce qui nous a permis d'exclure le grillage en raison de l'usure. La haute tension appliquée au cours des tests a également causé l'étirement local des filaments et, lorsqu'on a augmenté les niveaux de tension, les bris sont devenus plus explosifs, les filaments venant se souder à l'enveloppe de verre.

TABLEAU 1 – (SUITE)

Lampes témoins des soupapes — Bâbord et tribord

INTER-RUPTEUR	REMARQUES
P41 Ouvert	Fracture chaude.
P42 Ouvert	Fracture chaude, usé
S2 Fermé	Filament soudé au verre, présence d'eau, corrosion importante.
S3 Fermé	Filament cassé. Borne de support soudée au verre.
S5 Ouvert	Filament cassé et soudé au verre. Cassure semble friable.
S8 Fermé	Fracture chaude du filament. Support touche le verre. Signe évident de fusion locale.
S13 Fermé	Fracture chaude.
S14 Ouvert	Grillage possible. Pas de fracture mais étirement.
S14 Fermé	Bornes de support fondues. Fracture chaude.
S15 Fermé	Fracture chaude du filament, soudé au verre.
S16 Fermé	Signes évidents de fusion locale, fracture.
S17 Ouvert	Fracture chaude.
S18 Fermé	Fracture chaude.
S20 Ouvert	Fracture chaude du filament. Bornes soudées au verre.
S21 Fermé	Fracture chaude.
S22 Fermé	Fracture chaude.
S25 Fermé	Fracture chaude. Soudé au verre.
S28 Fermé	Fracture chaude et une fracture friable. Grillage possible.
S29 Ouvert	Fracture chaude, fusion locale.
S29 Fermé	Fracture chaude et fondu. Fusion locale.
S30 Fermé	Fracture chaude et fondu. Cassure friable.
S31 Fermé	Fracture chaude et fondu.
S32 Ouvert	Fracture friable et fondu.
S32 Fermé	(Données non incluses).
S33 Ouvert	Fracture chaude.
S34 Ouvert	Fracture chaude.
S34 Fermé	Fracture chaude.
S37 Ouvert	Fracture chaude.
S37 Fermé	Fracture chaude.
S38 Ouvert	Fracture chaude.
S39 Ouvert	Fracture chaude.

3.2 Une maquette du panneau de contrôle du côté tribord, photographie 7, contenant des ampoules de type 327 de la Générale Électrique a été inondée d'eau de mer afin de simuler les dommages observés subis par le panneau de contrôle. Le fusible du circuit de 24 volts a fondu peu après et toutes les ampoules se sont éteintes. Après un certain temps, les ampoules ont commencé à clignoter au hasard avec une forte intensité variable. Environ 80% des ampoules de la maquette qui ont été examinées ont révélé les dommages caractéristiques d'un grillage dû à une surtension. Les photographies 8 et 9 montrent les filaments des ampoules de la maquette. La photographie 8 montre un étirement de filament identique à celui présenté sur la photographie 2 qui fait voir le panneau original. La photographie 9 est un agrandissement local de la coupe transversale du filament semblable aux résultats des essais de surtension indiqués sur la photographie 10 et semblable à la photographie 4 du panneau original. L'agrandissement local du fil de chauffage près de la cassure n'était pas aussi évident dans le cas des ampoules originales de l'*Ocean Ranger*, possiblement à cause de l'usure des filaments. Il se peut que le circuit de 24 volts ait sauté et que le circuit de 115 volts ait amorcé un arc à cause de l'eau, ce qui a soumis les ampoules à une tension excédant de beaucoup la tension de 24 volts dans le panneau original de l'*Ocean Ranger* aussi bien que dans le panneau de la maquette. Les ampoules énumérées au Tableau 1 ont été probablement soumises à des surtensions bien supérieures à 24 volts.

CONCLUSIONS

4.1 Les ampoules ont été jugées convenir à ce type d'utilisation dans un circuit de 24 volts.

4.2 Les 76 ampoules énumérées au Tableau 1 semblent avoir été endommagées par la chaleur, probablement à cause de surtensions bien supérieures à 24 volts.

4.3 Huit ampoules parmi celles qui sont énumérées au Tableau 1 présentaient des cassures friables ainsi que des signes évidents de fusion, et l'on juge qu'elles ont également grillé.

4.4 Vingt-trois ampoules contenaient des filaments et/ou des bornes de support fusionnés à l'enveloppe de verre, ce qui indique qu'il y a eu surtension ou chaleur excessive.

4.5 Les figures 1 et 2 sont des schémas de principe du panneau de l'*Ocean Ranger* montrant les ampoules réputées avoir été endommagées par une surtension, et la figure 3 présente un schéma du panneau de la maquette (panneau de tribord seulement) montrant les ampoules endommagées par surtension.

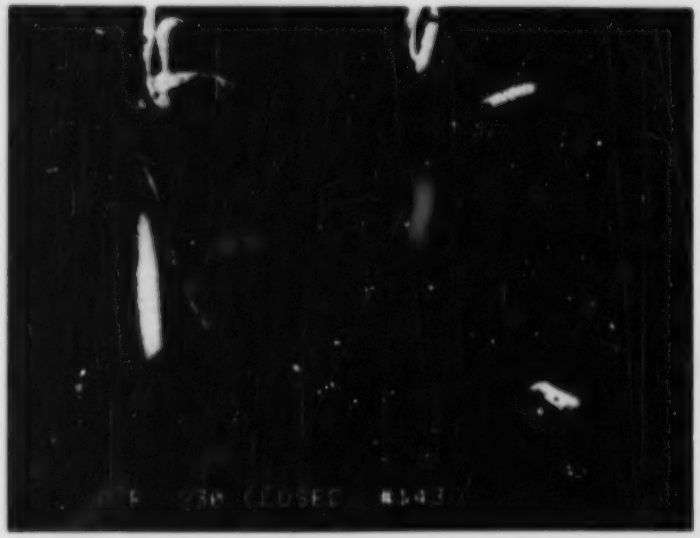
TABLEAU 1 – (SUITE)

Lampes témoins des pompes – Tribord

INTERRUPTEUR	REMARQUES
#2 EAU DE BALLAST — ARRÊT	Filament soudé au verre.
#4 EAU DE BALLAST — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#6 EAU DE BALLAST – MARCHE	Usé, fracture chaude.
#2 CALE — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#4 CALE — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#2 EAU DE FORAGE – ARRÊT	Fracture chaude.
S39 Fermé	Fracture chaude.
S41 Ouvert	Fracture chaude.
S42 Ouvert	Fracture chaude.

Lampes témoins des pompes – Bâbord

INTERRUPTEUR	REMARQUES
#1 EAU DE BALLAST — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#3 EAU DE BALLAST — ARRÊT	Usé fracture chaude.
#5 EAU DE BALLAST — ARRÊT	Fondu, fracture chaude.
#1 CALE — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#3 CALE — ARRÊT	Usé, fracture chaude.
#1 EAU DE FORAGE — ARRÊT	Usé, fracture chaude.



PHOTOGRAPHIE 1 #30 tribord, fermé. Filament cassé près de la borne de contact.

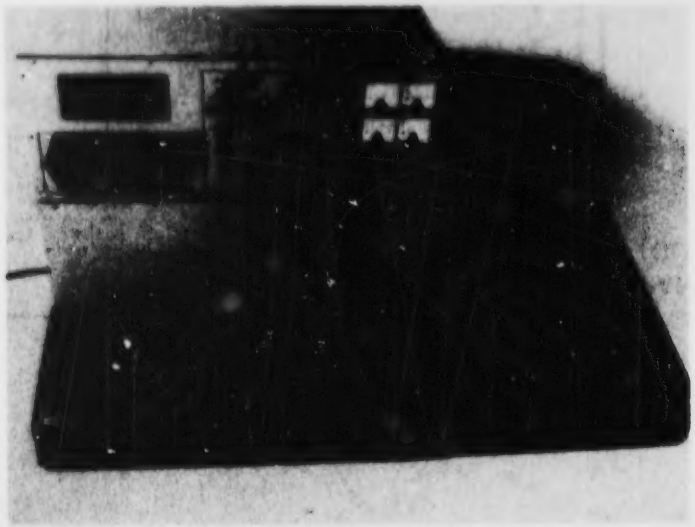
PHOTOGRAPHIE 2 Filament étiré, dommage probablement dû à une tension élevée.

PHOTOGRAPHIE 3 Filament soudé au verre de l'ampoule #2, lampe témoin «arrêt» pompe de cale de tribord.

PHOTOGRAPHIE 4 Fracture chaude de l'ampoule #38 «ouvert» bâbord.

PHOTOGRAPHIE 5 Fracture régulière — ampoule «arrêt» de pompe d'eau de ballast, bâbord.

PHOTOGRAPHIE 6 Fracture régulière — Ampoule «arrêt» #3, pompe d'eau de ballast, bâbord.



PHOTOGRAPHIE 7 Maquette du panneau de contrôle de l'*Ocean Ranger*.

PHOTOGRAPHIE 8 Filament provenant de la maquette inondée d'eau salée.

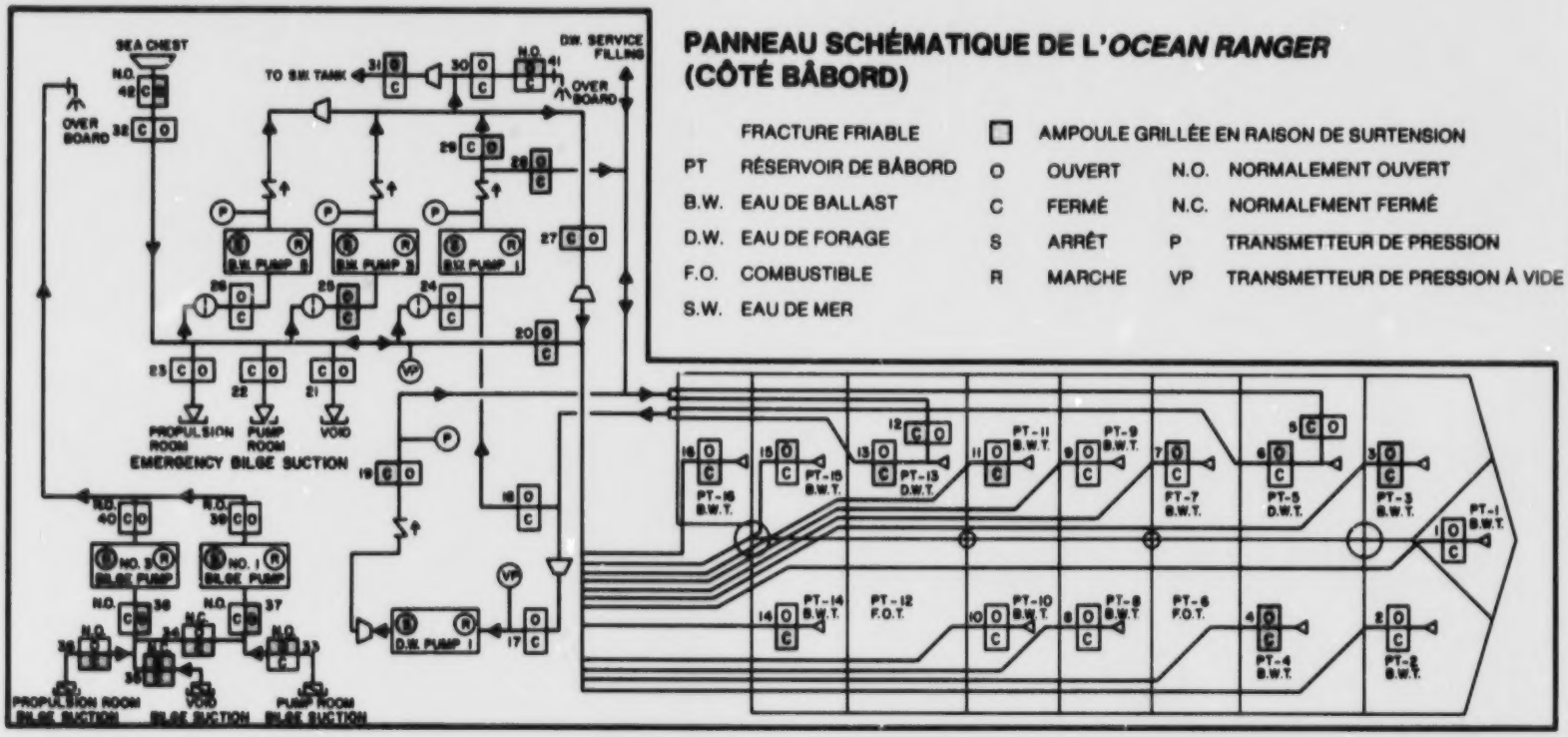


FIGURE 1 Panneau schématique de bâbord

PANNEAU SCHÉMATIQUE DE L'*OCEAN RANGER* (CÔTÉ TRIBORD)

*	FRACTURE FRIABLE	■	AMPOULE GRILLÉE EN RAISON DE SURTENSION		
PT	RÉSERVOIR DE BÂBORD	O	OUVERT	N.O.	NORMALEMENT OUVERT
B.W.	EAU DE BALLAST	C	FERMÉ	N.C.	NORMALEMENT FERMÉ
D.W.	EAU DE FORAGE	S	ARRÊT	P	TRANSMETTEUR DE PRESSION
F.O.	COMBUSTIBLE	R	MARCHE	VP	TRANSMETTEUR DE PRESSION À VIDE
S.W.	EAU DE MER				

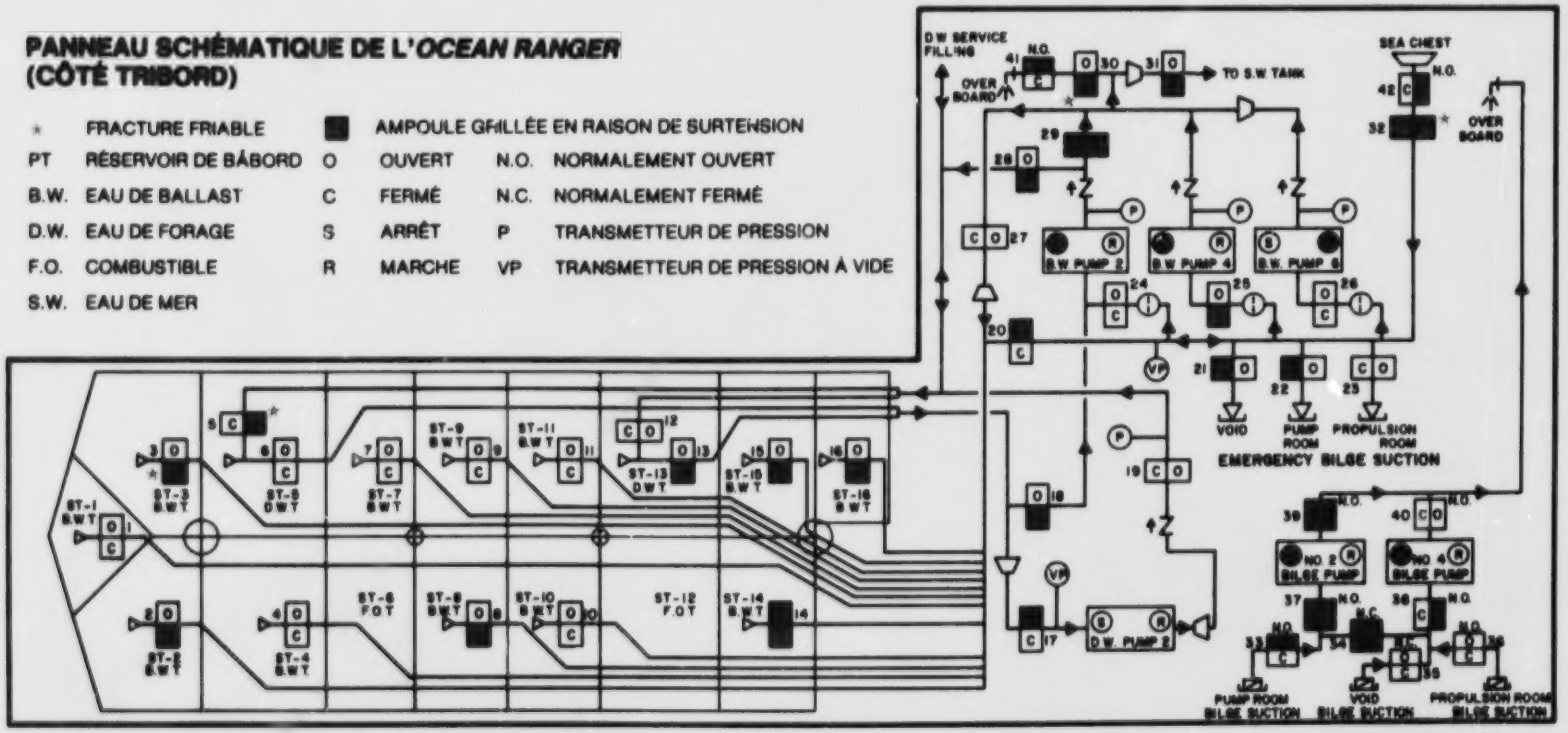


FIGURE 2 Panneau schématique de tribord

PHOTOGRAPHIE 9 Filament provenant de la maquette inondée d'eau salée.

PHOTOGRAPHIE 10 Filament soumis à une tension de 70V CA en laboratoire.

PANNEAU SIMULATEUR DE L'*OCEAN RANGER* (CÔTÉ TRIBORD TESTÉ SEULEMENT INTERRUPTEURS DE POMPES EXCLUS DES ESSAIS)

ST	RÉSERVOIR DE TRIBORD	■	AMPOULE GRILLÉE EN RAISON DE SURTENSION		
B.W.	EAU DE BALLAST	O	OUVERT	N.O.	NORMALEMENT OUVERT
D.W.	EAU DE FORAGE	C	FERMÉ	N.C.	NORMALEMENT FERMÉ
F.O.	COMBUSTIBLE	S	ARRÊT	P	TRANSMETTEUR DE PRESSION
S.W.	EAU DE MER	R	MARCHE	VP	TRANSMETTEUR DE PRESSION À VIDE

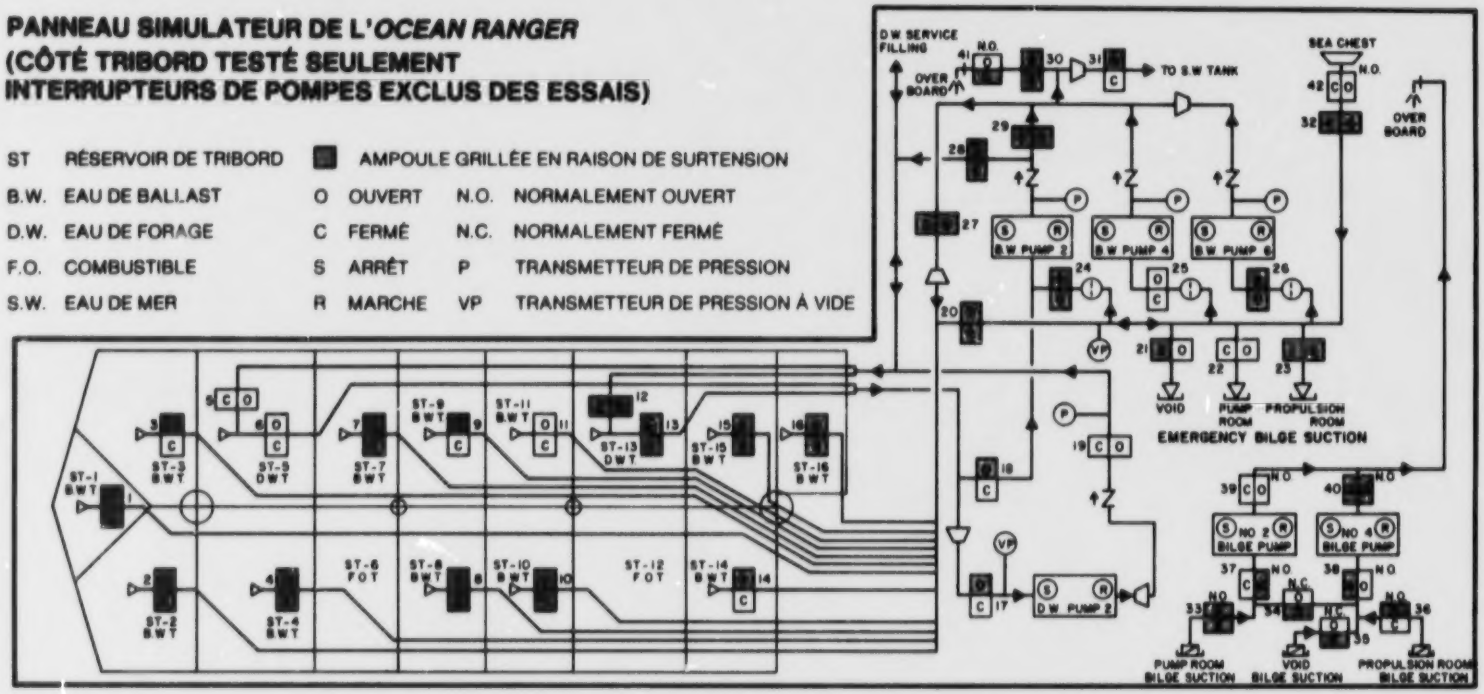


FIGURE 3 Panneau schématique de tribord (simulateur)

RAPPORT «F»
RAPPORT TECHNIQUE EP 333/83
ESSAIS DU PANNEAU DE CONTRÔLE DES BALLASTS
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant un panneau (schématique) de contrôle des ballasts et les micro-contacts de commande utilisés dans un tel panneau afin de déterminer les effets de l'eau salée inondant le panneau et s'infiltrant dans les interrupteurs.

ÉQUIPEMENT D'ESSAI

2.1 On a construit un panneau de contrôle, désigné «simulateur», comme le montre la photographie 1. Il était constitué des deux panneaux «schématiques» récupérés de l'épave de la plate-forme et montés avec une inclinaison de 12° sur des boîtes de 18 cm de hauteur, voir les photographies 2 et 3, et d'un «panneau d'affichage et de surveillance» monté à la verticale sur une boîte de 80 x 30 x 50 cm de hauteur, voir la photographie 4. Les trois boîtes avaient été boulonnées ensemble pour former le panneau d'essai présenté sur la photographie 1.

2.2 On a obtenu des micro-contacts de commande et des lampes témoins neufs, identiques à ceux de la plate-forme de forage, et on les a montés dans les panneaux schématiques des réservoirs et des chambres des pompes comme l'indiquent les photographies 2 et 3. Les six paires d'interrupteurs des pompes étaient différentes de celles de la plate-forme du fait que leurs boutons ne contenaient pas d'ampoules. Le panneau d'affichage et de surveillance, voir la photographie 4, comprenait ce qui suit :

1) panneau schématique de 32 ampoules vertes et de 32 ampoules rouges, voir la photographie 5, qui simulaient les positions réelles des robinets à papillon; 6 ampoules vertes et 6 ampoules rouges plus grosses qui simulaient l'état réel de marche ou d'arrêt des pompes, et dix tumblers simulant les positions réelles des soupapes commandées à la main;

2) tension principale de 115 volts et compteur de courant, voir la photographie 6;

3) tension de 24 volts et compteur de courant contrôlant les ampoules du panneau schématique;

4) interrupteur général et fusibles;

5) fusibles de relais;

6) fusibles de l'alimentation du panneau d'interrupteurs;

7) interrupteur simulant le relais d'essai des ampoules sur le panneau original.

Aux fins de sécurité, les deux panneaux schématiques en acier inoxydable ont été directement reliés à la masse.

2.3 Le câblage des interrupteurs et des lampes témoins montés sur le panneau schématique était identique à celui des panneaux de la plate-forme. Cependant, les composants qui étaient contrôlés par l'intermédiaire du panneau comme les soupapes de commande, les robinets à papillon et les pompes, ont été remplacés par des relais, des voyants et des interrupteurs dans le panneau d'affichage. Les soupapes à commande par solénoïdes ont été remplacées par des relais, et les disjoncteurs de sécurité des chambres des robinets à papillon ont été remplacés par des contacts de relais montrant leurs positions ouverte et fermée. Les soupapes à commande manuelle ont été simulées par des tumblers, et les pompes par des lampes témoins rouges et vertes. La photographie 1 montre le schéma de câblage de base.

2.4 Le panneau de contrôle des ballasts a été conçu de façon qu'il puisse fonctionner ainsi qu'il suit :

1) les 32 voyants rouges des interrupteurs et les 32 voyants rouges des robinets à papillon montés sur le panneau d'affichage s'allumaient lorsqu'ils étaient branchés à une alimentation de 115 volts CA et lorsque les interrupteurs étaient en circuit. Les lampes témoins de commande manuelle 33 à 42 des soupapes s'allumaient en rouge ou en vert selon la position des tumblers montés sur le panneau d'affichage;

2) les lampes témoins des pompes s'allumaient également selon les positions des boutons des pompes sur le panneau. Les compteurs indiquaient la tension principale et le courant principal ainsi que la tension et le courant du circuit des ampoules du panneau schématique.

2.5 Lorsque l'interrupteur d'essai des lampes témoins est en circuit, toutes celles qui sont éteintes s'allument à la moitié de leur intensité. Ce test sert à déterminer si une ampoule est grillée ou non.

2.6 Lorsque le bouton vert d'un micro-contact de commande est enfoncé, la lampe témoin adjacente s'éteint et subséquemment la verte s'allume. La même chose se produit au niveau de la lampe témoin correspondante sur le panneau d'affichage. Sur la plate-forme de forage, lorsqu'il fallait ouvrir à fond un gros robinet à papillon, il s'écoulait environ 30 secondes pendant lesquelles les lampes témoins rouges et les lampes témoins vertes s'éteignaient, ce qui indiquait que la soupape à papillon était «en transit».

2.7 Les interrupteurs de commande et les relais de la plate-forme de forage étaient câblés de telle façon qu'un court-circuit dans l'interrupteur vert ne pouvait que faire ouvrir la soupape de contrôle tandis qu'un court-circuit dans l'interrupteur rouge ne pouvait *pas* la faire fermer. Le panneau de contrôle d'essai était câblé de la même manière sauf que la lampe témoin verte du panneau d'affichage s'allumait.

2.8 Le circuit des lampes témoins des interrupteurs était contrôlé par un voltmètre, un ampèremètre et deux fusibles de dix ampères. Étant donné que le panneau d'essai ne simulait que le côté tribord, les fusibles n'avaient que la moitié de la valeur des fusibles de 20 ampères utilisés sur l'*Ocean Ranger*.

ESSAIS

3.1 On devait pendant le test verser de l'eau de mer sur le panneau schématique de contrôle des ballasts et en observer les effets. Les tests ont été effectués à la Faculté de génie de l'Université Memorial de St. John's, Terre-Neuve.

3.2 Un échafaudage approprié et une auge d'une capacité de 50 gallons ont été construits afin d'inonder le panneau d'eau de mer d'une façon identique à ce que l'on croit s'être produit la nuit où la plate-forme a chaviré. La photographie 7 montre le dispositif juste avant l'essai.

3.3 Cinquante gallons d'eau de mer ont été versés sur le panneau pendant trois secondes alors que toutes les lampes témoins des soupapes et des interrupteurs étaient rouges. Les effets observés ont été immédiats. Le fusible du circuit de 24 volts des lampes témoins du panneau schématique a sauté. Lorsqu'on a vérifié le fusible, on a découvert que c'était un fusible de 5 ampères plutôt qu'un fusible de 10 ampères tel que prévu. On l'a donc remplacé par un autre fusible de 10 ampères qui a également sauté après quelques minutes. Le fusible a sauté après que l'eau salée eut pénétré dans la plupart des douilles des ampoules des interrupteurs, court-circuitant ces dernières et surchargeant le circuit.

3.4 En moins de quelques minutes, dix lampes témoins de soupapes du panneau d'affichage sont passées au vert, indiquant que de l'eau avait pénétré dans le micro-contact et l'avait court-circuité. La plupart de ces dix lampes témoins vertes ne se sont pas éteintes pendant l'essai qui a duré une heure. Les dix lampes témoins vertes correspondaient aux interrupteurs suivants : 1, 10, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 28 et 30.

3.5 Au cours de cet essai d'une heure pendant lequel l'alimentation du panneau n'a pas été coupée, la plupart des lampes témoins (typiquement une ou deux à la fois au hasard) vacillaient et devenaient momentanément très brillantes puis s'éteignaient. On entendait aussi des décharges disruptives se produisant au hasard sur le panneau et l'on pouvait voir de la fumée sortir des interrupteurs un peu partout. À un moment donné, l'un des interrupteurs a même pris feu. Après une heure environ, on a décidé de couper l'alimentation étant donné que les dommages observés étaient beaucoup plus importants que ceux qui avaient été décelés sur les panneaux de contrôle de l'*Ocean Ranger*.

RÉSULTATS DES ESSAIS

4.1 Après avoir coupé l'alimentation, on a enlevé quelques interrupteurs du panneau et l'on a remarqué que le dommage causé par brûlure était semblable au dommage observé sur l'interrupteur P-19 du panneau de l'*Ocean Ranger*, mais qu'il était plus important.

4.2 L'analyse des interrupteurs a révélé que les court-circuits créés par l'eau de mer entre le circuit de 115 volts et la masse (par l'intermédiaire du ressort à lames et le panneau) ont causé plus de décharges disruptives donnant suffisamment de chaleur pour brûler et faire fondre le boîtier en plastique de l'interrupteur.

4.3 Il y a également eu une fuite du circuit de 115 volts qui s'est produite de la même manière dans le circuit de 24 volts, ce qui a causé le même dommage par brûlure sur le boîtier de la lampe témoin des soupapes commandées à la main. Presque tous les interrupteurs et toutes les lampes témoins ont été fortement endommagés comme on peut le constater sur la photographie 8.

4.4 Les 84 ampoules ont toutes été enlevées des interrupteurs et des lampes témoins. Elles ont été examinées au microscope afin de déceler toute cassure des filaments. Dix ampoules ont été trouvées relativement intactes et douze avaient été trop endommagées par la chaleur pour que l'on puisse faire l'examen des filaments. Les filaments de 62 ampoules étaient cassés par fractures «chaudes», ce qui révèle un bris en raison d'une surtension. L'analyse de toutes les ampoules de l'*Ocean Ranger* et de celles utilisées au cours des essais est présentée dans le Rapport «E», (EP 332/83), Analyse des ampoules.

EXPOSÉ

5.1 Les dommages importants dûs à la chaleur, subis par les interrupteurs du panneau, révèlent clairement que le déroulement du scénario des essais comportait une différence fondamentale en ce qui concerne les événements réels qui ont eu lieu dans la salle de contrôle des ballasts avant le chavirement de la plate-forme de forage, même si le court-circuit des interrupteurs et la défaillance des ampoules se sont produits tel que prévu. Il a été établi que les différences étaient dues à un ou plusieurs des facteurs suivants :

a) la quantité d'eau utilisée pour l'essai était loin d'être identique à celle qui a inondé le panneau schématique de la plate-forme;

b) alors que pendant l'essai le panneau a été alimenté pendant une heure, il se peut que l'équipage de la plate-forme ait coupé l'alimentation du panneau schématique peu après la première inondation;

c) il se peut que la mise à la masse du panneau d'essai et que la polarité de la tension alternative n'aient pas été identiques à celles qui prévalaient à bord de la plate-forme.

5.2 Relativement au point a) de l'alinéa 5.1, la quantité d'eau utilisée pour l'essai a été établie en se basant sur le fait qu'une vague assez grosse pour faire éclater le verre du hublot devait avoir fait pénétrer suffisamment d'eau dans la salle de contrôle pour qu'une partie substantielle de cette eau ait pu inonder le panneau. Les défaillances des ampoules sur les panneaux de contrôle de la plate-forme étaient relativement également distribuées comme on peut le constater dans le Rapport «E» (EP 332/83). C'est la preuve que l'eau s'est infiltrée dans toutes les parties du panneau, même autour des obstacles comme la partie supérieure de la console, ce qui indique que beaucoup d'eau doit avoir coulé sur le panneau.

5.3 Relativement au point b) de l'alinéa 5.1, il était connu, à partir des communications qui ont eu lieu, que l'équipage avait tenté de nettoyer l'eau après l'éclatement du hublot. Le disjoncteur NFB1, situé derrière le panneau de gauche dans la partie supérieure de la console, peut avoir été tiré pendant le nettoyage. Un rapport mentionnant que tous les circuits fonctionnaient normalement de nouveau avait été transmis vers 22 h.

5.4 Relativement au point c) de l'alinéa 5.1, lorsqu'on a construit le panneau d'essai, on a tenu pour acquis que les panneaux schématiques en acier inoxydable devaient être mis à la masse. Cette mise à la masse a fourni le tracé électrique aux décharges disruptives court-circuitées par l'eau de mer, ce qui a causé tous les dommages non généralement observés sur les interrupteurs du panneau de l'*Ocean Ranger* (à l'exception de l'interrupteur P-19). Si le panneau d'essai n'avait pas été mis à la masse, on aurait très vraisemblablement prévenu ces dommages. Il est à noter qu'aucune référence à la masse n'a été trouvée dans aucun des schémas de principe. On a également jugé possible que tous les interrupteurs aient été reliés au fil neutre de l'alimentation alternative de 115 volts des panneaux. S'il en avait été ainsi, le court-circuit à la masse du fil neutre du panneau de l'*Ocean Ranger* n'aurait pas créé de tension et, par conséquent, une décharge disruptive n'aurait causé aucun dommage. Le fil de l'alimentation de 115 volts passerait alors à travers la bobine de relais avant d'être relié à la borne de l'interrupteur. Le court-circuit de ce fil à la masse aurait peut-être pu exciter le relais d'une façon irrégulière, faisant ainsi «vaciller» les lampes témoins rouges. Dans un tel montage, un court-circuit entre le circuit de 24 volts et le fil sous tension de 115 volts passant d'abord dans la bobine de relais pouvait encore entrainer une surtension dans les ampoules et les faire griller.

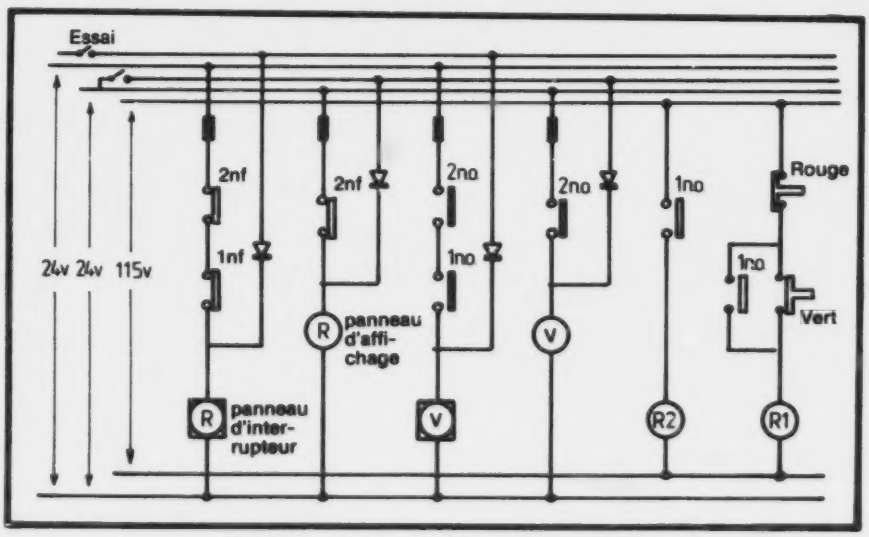
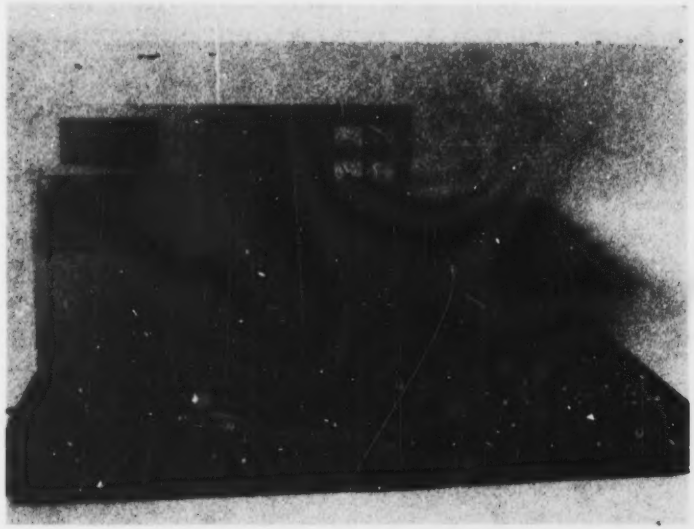


FIGURE 1 Schéma simplifié — panneau d'essai



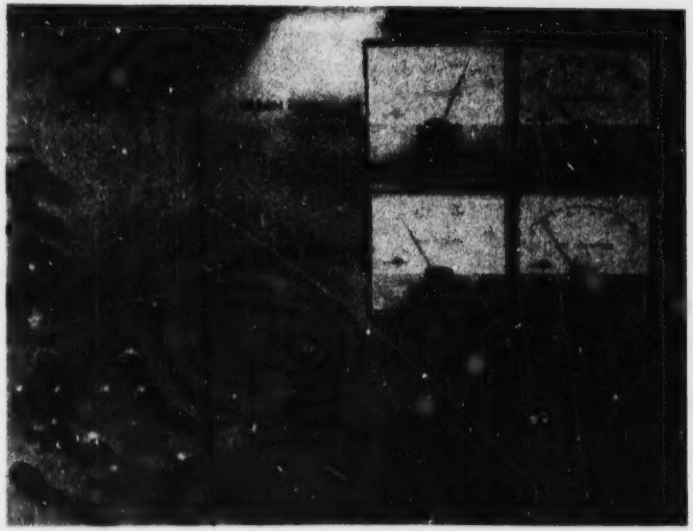
PHOTOGRAPHIE 1 Panneau d'essai complet.

PHOTOGRAPHIE 2 Panneau schématique des interrupteurs des soupapes des réservoirs de tribord.

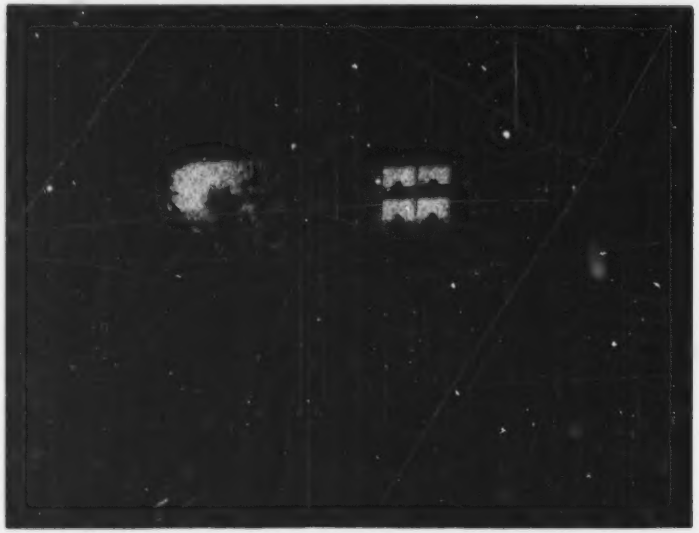
PHOTOGRAPHIE 3 Panneau schématique des interrupteurs des soupapes de la chambre des pompes de tribord.

PHOTOGRAPHIE 4 Panneau d'affichage.

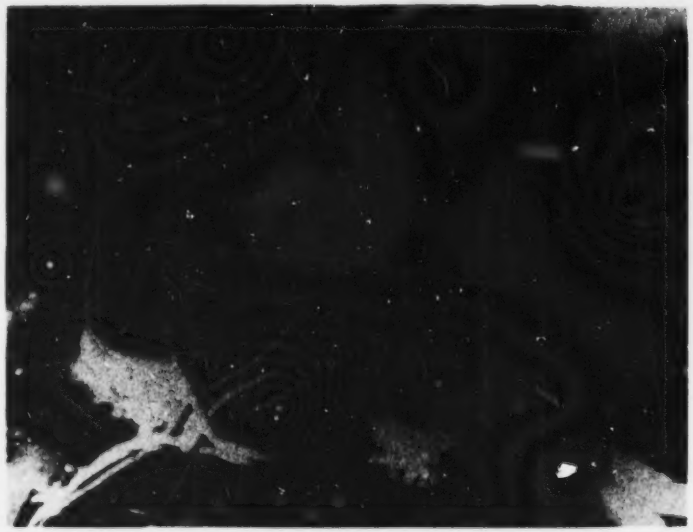
PHOTOGRAPHIE 5 Panneau schématique d'affichage.



PHOTOGRAPHIE 6 Panneau des fusibles et des appareils de mesure.



PHOTOGRAPHIE 7 Disposition du panneau juste avant l'essai.



PHOTOGRAPHIE 8 Micro-contact de commande après l'essai – dommages causés par amorçage d'arc.

RAPPORT «G»
RAPPORT TECHNIQUE 105/82
ANALYSE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES DE CONTRÔLE DES BALLASTS ET ANALYSE GLOBALE
8 septembre 1983

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant les hublots de la salle de contrôle des ballasts, les panneaux (schématiques) des interrupteurs de contrôle des ballasts et les soupapes de commande des ballasts.

1.2 Trois hublots, quatre panneaux d'interrupteurs et six bancs de soupapes ont été envoyés au Laboratoire accompagnés de la liste des demandes suivantes :

1) avant de procéder aux essais et analyses, photographier et identifier tous les hublots, toutes les soupapes de commande, tous les interrupteurs et toutes les lampes témoins;

2) déterminer le mode de défaillance des deux hublots ayant des verres cassés;

3) faire l'essai de pression du hublot intact afin de déterminer la force requise pour briser le verre;

4) examiner les soupapes de commande afin de déceler tout signe évident de fonctionnement manuel possible;

5) déterminer les conséquences de la présence ou de l'absence des obturateurs en caoutchouc sur le carter des solénoïdes des soupapes;

6) déterminer la position de chacune des 18 soupapes récupérées avec leur tige de commande manuelle en place;

7) examiner tous les interrupteurs afin de déceler des signes évidents de brûlure ou d'amorçage d'arc au niveau des bornes et des contacts;

8) examiner toutes les lampes témoins afin de déceler des signes évidents de brûlure, d'amorçage d'arc et de défaillance des ampoules;

9) déterminer le mode de défaillance de toutes les ampoules;

10) analyser les interrupteurs et les lampes témoins en ce qui concerne leur sensibilité à l'eau salée;

11) déterminer les effets de l'eau salée coulant sur le panneau de contrôle jusqu'au système de contrôle des ballasts en faisant des essais sur la maquette d'un panneau de contrôle des ballasts;

12) analyser le circuit électrique de contrôle des ballasts en ce qui concerne la sécurité, la fiabilité et la sensibilité à l'eau salée et les défaillances électriques.

1.3 La Commission royale a fourni au LTSA les renseignements suivants concernant l'accident :

1) le 14 février vers 19 h 30 environ, on a appris qu'un hublot de la salle de contrôle des ballasts avait été défoncé par une vague et que beaucoup d'eau avait pénétré dans cette salle;

2) l'équipage a fait savoir que l'eau de mer avait touché les panneaux de contrôle des ballasts et qu'on s'affairait au nettoyage;

3) vers 22 h, on a rapporté que tous les circuits fonctionnaient normalement de nouveau et qu'on avait fini de ramasser l'eau;

4) le 15 février vers 01 h 00, on a rapporté que la plate-forme accusait une forte gîte incontrôlable et qu'un Mayday avait été lancé.

1.4 Après avoir reçu les composants de la salle de contrôle des ballasts accompagnés des demandes de la Commission royale, le LTSA a réparti le travail à effectuer selon les projets distincts suivants :

A — Analyse des hublots
B — Essais des verres des hublots
C — Analyse des soupapes de contrôle des ballasts
D — Analyse des interrupteurs du panneau de contrôle des ballasts
E — Analyse des ampoules
F — Essai du panneau de contrôle des ballasts

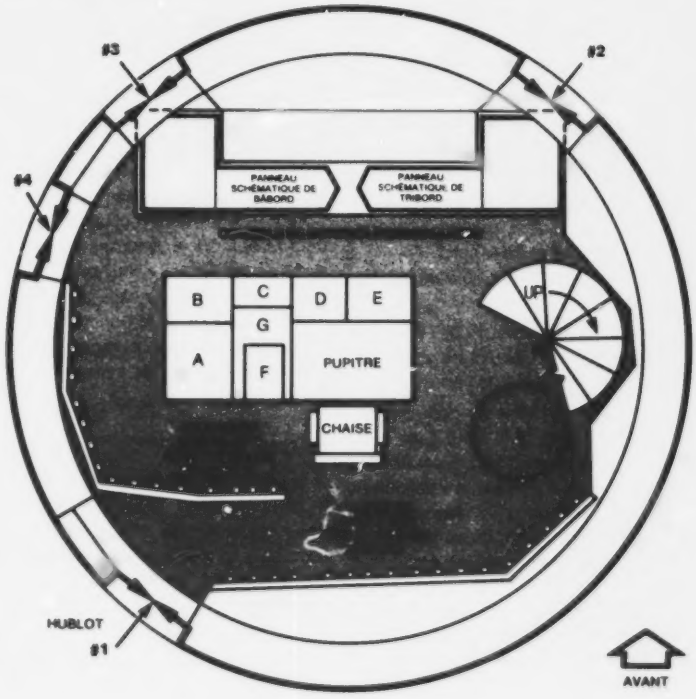


FIGURE 1 Salle de contrôle des ballasts

A Unité de contrôle d'hydrophone
B Panneau électronique d'hydrophone
C Cabinet d'actionnement de CO^2
D Contrôle des portes coulissantes
E Cabinet de détection de fumée
F Téléimprimeur
G Panneau d'affichage
H Escalier en spirale
I Trou d'homme étanche

G — Rapport récapitulatif et analyse des circuits électriques de contrôle des ballasts et analyse globale.

Ces projets sont décrits dans des rapports individuels qui se réunissent dans ce rapport récapitulatif «G.» On fera référence à chacun des rapports selon la lettre correspondante (A-F).

DESCRIPTION DU SYSTÈME

2.1 La salle de contrôle des ballasts est située dans la colonne SC3 de tribord au centre arrière à quelque 33 mètres au-dessus de la ligne de base de la quille. La salle est circulaire, son diamètre est de 5 mètres approximativement, et l'on peut y pénétrer par le plafond seulement en empruntant un escalier en spirale partant de la salle de contrôle supérieure. La pièce avait quatre hublots disposés tel qu'il est indiqué à la figure 1 et dans le Rapport «A» (EP 266/82) du LTSA. Les hublots avaient environ 50 cm de diamètre et ne pouvaient pas être ouverts, chacun ayant un contre-hublot retenue à sa partie supérieure par une charnière. La disposition des meubles et de l'équipement est également indiquée à la figure 1.

2.2 La console de contrôle des ballasts avait approximativement 3,5 mètres de largeur et un mètre de profondeur; sa hauteur générale était celle d'un comptoir, à l'exception de l'armoire des relais et du panneau des appareils de mesure.

2.3 La console de contrôle des ballasts comprenait ce qui suit :

1) panneau d'alarme de niveau du réservoir de service;
2) panneaux d'alarme étanches de bâbord et de tribord;
3) panneaux des jauges et des appareils de mesure de bâbord et de tribord;
4) supports des bornes et des relais de bâbord et de tribord;
5) panneaux schématiques des interrupteurs de contrôle de bâbord et de tribord;
6) bancs de soupapes de contrôle de bâbord et de tribord.

Seuls les panneaux schématiques des interrupteurs de contrôle et les six bancs de soupapes de contrôle ont été récupérés de l'épave.

2.4 Grosso modo, le système de contrôle des ballasts fonctionnait ainsi qu'il suit : dans chaque ponton, les 12 réservoirs de ballast étaient reliés par des robinets à papillon au collecteur d'eau de ballast situé dans la chambre des pompes à l'arrière du ponton, où se trouvaient les soupapes, les pompes et les conduites d'acheminement pour les ballasts et les niveaux. Deux réservoirs d'eau de forage pouvaient également être reliés au système en cas d'urgence et ils étaient contrôlés par un collecteur à quatre soupapes. Le «refoulement par-dessus bord» et la «prise d'eau de mer» comprenaient chacun une soupape à commande manuelle en cas d'urgence; normalement, ces soupapes devaient être ouvertes.

2.5 Les trente-deux réservoirs et les soupapes d'acheminement de chaque ponton étaient mis en marche au moyen de pistons pneumatiques unidirectionnels à ressort de rappel. Ils étaient contrôlés par des soupapes à commande par solénoïdes montées dans la base de la console de contrôle des ballasts. Des conduites d'alimentation en air, d'un diamètre approximatif d'un centimètre, acheminaient l'air à partir des soupapes de contrôle jusqu'aux pistons des robinets à papillon. L'alimentation en air était typiquement pressurisée à 90 lb/po² et, en coupant cette alimentation, les trente-deux soupapes pneumatiques se fermaient.

2.6 Tous les robinets à papillon ainsi que toutes les soupapes à commande manuelle comportaient des disjoncteurs de sécurité en fin de course, disjoncteurs qui contrôlaient les lampes témoins montées sur les panneaux schématiques de contrôle des ballasts, par exemple : «Vert» signifiait ouvert à fond, «Rouge» signifiait fermé à fond, et une lampe non allumée signifiait qu'une soupape était «en transit». Les soupapes de contrôle comprenaient une «navette» unidirectionnelle qui, sur excitation du solénoïde, faisait passer l'air pressurisé d'un compresseur dans la conduite d'alimentation en air de chacun des robinets à papillon, ce qui mettait son piston en marche. La déactivation du solénoïde permettait à l'air piégé dans la conduite d'alimentation et le piston de s'échapper dans le collecteur d'échappement de la soupape de contrôle.

2.7 En retour, le solénoïde est contrôlé, par l'intermédiaire d'un relais, par la paire de micro-contacts montés dans les panneaux schématiques de contrôle des ballasts. Ce sont des micro-contacts instantanés qui contrôlent le relais à verrouillage automatique. Les micro-contacts à boutons-poussoirs du panneau schématique sont contrôlés directement par l'opérateur de la salle de contrôle des ballasts qui détermine la configuration appropriée des soupapes et des pompes selon les besoins du chef de chantier de forage.

ANALYSE

3.1 La distribution erratique des défaillances et de la stabilité des ampoules sur tout le panneau schématique laisse croire que l'eau a recouvert tout le panneau lorsque le hublot a été défoncé.

3.2 Pour qu'une ampoule grille en raison d'une surtension, il a fallu :

1) qu'il y ait eu une fuite de l'alimentation de 115 volts dans le circuit de 24 volts des ampoules (les dommages subis par P-19 «vert» témoignent que ceci s'est produit, tout comme l'indiquent les 68 ampoules grillées); et,
2) que les ampoules aient été mises en circuit «ON» par le disjoncteur de sécurité ou par l'interrupteur d'essai des ampoules; et,
3) que les contacts des ampoules n'aient pas été court-circuités par l'eau de mer.

Seuls les interrupteurs court-circuités localement par amorçage d'arc peuvent possiblement faire griller leurs propres ampoules lorsqu'elles ne sont pas en circuit «ON». Cette condition ne s'est produite qu'au niveau de P-19 «vert» dont l'ampoule n'a pas été endommagée.

3.3 Pour qu'une ampoule ne grille pas, il aurait fallu :

1) que l'ampoule ait été mise hors-circuit («OFF») par le disjoncteur de sécurité; et/ou,
2) que les contacts de l'ampoule aient été court-circuités par l'eau de mer; et/ou,
3) qu'il n'y ait pas eu de fuite de l'alimentation de 115 volts dans le circuit de 24 volts (les 68 ampoules grillées prouvent le contraire).

3.4 En tenant compte de la distribution des défaillances des ampoules, les conditions exposées ci-dessus laissent entendre qu'on a utilisé le panneau pendant que l'eau de mer nuisait à son fonctionnement. À partir de ce qui précède, il est également évident que l'évaporation, l'enlèvement ou le nettoyage de l'eau qui se trouvait dans les douilles a pu faire griller les ampoules qu'elles contenaient.

3.5 On pouvait couper l'alimentation électrique du panneau schématique uniquement en tirant le disjoncteur NFB1. Ceci n'aurait laissé en circuit que les interrupteurs des pompes cependant que leurs ampoules auraient été éteintes. En coupant l'alimentation électrique, toutes les soupapes pneumatiques qui étaient ouvertes se seraient fermées. Le seul moyen approprié de faire fonctionner ces soupapes une fois l'alimentation coupée consiste à utiliser les tiges de commande en laiton, tel qu'il est décrit au Rapport «C».

3.6 On doit remarquer que les soupapes qui ont révélé des signes évidents de fonctionnement manuel au moyen des tiges en laiton étaient celles des réservoirs, comme en fait état le Rapport «C». Par conséquent, le fait de couper l'alimentation électrique du panneau afin de passer au fonctionnement manuel semble avoir nullement produit l'effet voulu car d'autres soupapes auraient également été ouvertes pour qu'il y ait transfert du liquide et contrôle du débit.

3.7 Les hublots ou les écoutillons ont été conçus et normalisés surtout pour les navires et non pas les installations de forage. En règle

générale, un navire est rarement ancré de telle sorte qu'il tosse dur contre les vagues, comme peut l'être une installation de forage de façon typique. Par conséquent, il est raisonnable de croire qu'un hublot d'une plate-forme puisse être soumis à des chocs beaucoup plus importants que ne le serait un hublot de navire. Étant donné son application, on n'aurait pas dû croire qu'il était impossible que ce hublot ne fût défoncé.

3.8 Un circuit électrique défectueux servant au contrôle des ballasts prive l'opérateur de la seule source de données en ce qui concerne le contrôle de la stabilité de l'installation de forage. Il n'y avait pas de système d'appoint dans la salle de contrôle des ballasts si ce n'est qu'on pouvait faire fonctionner à la main (tige en laiton) les soupapes à commande par solénoïdes. Par conséquent, l'identification pas très évidente des soupapes et leur position d'accès difficile peuvent rendre leur mise en marche manuelle, en cas d'urgence, très difficile sinon impossible.

3.9 La grande majorité des équipements électriques de la salle de contrôle des ballasts semblaient d'une complexité peu judicieuse dans le système. L'ensemble du système pneumatique aurait plutôt pu être contrôlé facilement et de façon commode par des soupapes de type à clé montées directement dans les panneaux schématiques, éliminant ainsi 64 relais, 128 interrupteurs et 64 soupapes à solénoïdes. Deux panneaux schématiques distincts, ou plus, de lampes témoins «rouges» ou «vertes» reliées aux disjoncteurs de sécurité des pistons des soupapes auraient alors fourni des renseignements sur l'état de divers postes. Un panneau correspondant au panneau des soupapes aurait également dû se trouver sur la passerelle et être utilisé en cas d'urgence.

CONCLUSIONS

Les réponses aux demandes de la Commission énumérées en 1.2 sont les suivantes :

4.1 Toutes les photographies exigées seront présentées à la Commission avec le présent rapport.

4.2 Le Rapport «A» ci-joint contient l'analyse complète des deux hublots brisés.

4.3 Le Rapport «B» ci-joint contient les résultats des essais de pression des verres des hublots.

4.4 Le Rapport «C» ci-joint fait état des signes évidents du fonctionnement manuel des soupapes à commande par solénoïdes.

4.5 Le Rapport «C» ci-joint contient l'analyse des obturateurs en caoutchouc des carters de soupapes à solénoïdes.

4.6 Le Rapport «C» ci-joint indique les positions des soupapes dans lesquelles sont insérées les tiges de commande manuelle.

4.7 Le Rapport «D» ci-joint contient l'analyse de tous les interrupteurs.

4.8 Le Rapport «D» ci-joint contient l'analyse de toutes les lampes témoins.

4.9 Le Rapport «E» ci-joint contient l'analyse de toutes les ampoules.

4.10 Les Rapports «F» et «G» ci-joints contiennent l'analyse de la sensibilité des interrupteurs et des lampes témoins à l'eau salée.

4.11 Le Rapport «F» contient les résultats des essais d'immersion des panneaux de contrôle dans l'eau salée.

4.12 Le Rapport «G» contient l'analyse du circuit électrique de contrôle des ballasts.

RAPPORT «H»
RAPPORT TECHNIQUE EP 72/84
DÉMONSTRATION DES DÉFAILLANCES DES INTERRUPTEURS DES POMPES
1er mars 1984

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant les hublots de la salle de contrôle des ballasts, les panneaux (schématiques) des interrupteurs de contrôle des ballasts et les soupapes de contrôle des ballasts.

1.2 Les résultats de ces essais et analyses ont été présentés à la Commission en septembre 1983 dans les Rapports «A» à «G» du LTSA. Cependant, afin de préciser le scénario proposé voulant que de l'eau de mer ait pénétré dans les interrupteurs des pompes à partir du dessous du panneau de contrôle des ballasts, après l'éclatement du hublot, on a demandé au LTSA d'effectuer des essais supplémentaires sur des interrupteurs neufs afin de démontrer que de l'eau peut en effet couler le long de la partie inférieure du panneau de contrôle, pénétrer dans les interrupteurs des pompes et éventuellement entraîner une fuite du courant alternatif de 115 volts dans le circuit de 18 volts CA des ampoules des interrupteurs, et faire brûler les filaments de ces dernières en raison d'une surtension, tel qu'il est démontré à l'alinéa 3.2 du Rapport «E» (EP 332/83) du LTSA.

ESSAIS ET ANALYSES

2.1 Afin de faciliter la consignation des données, les essais des défaillances des ampoules des lampes témoins des pompes ont été divisés en deux volets distincts :

1) démontrer que de l'eau peut couler le long de la partie inférieure d'un panneau horizontal légèrement incliné (12 degrés);

2) démontrer que l'eau de mer, une fois entrée dans l'interrupteur près des bornes de son ampoule, peut en effet faire griller l'ampoule.

2.2 Les interrupteurs de pompes soumis aux essais étaient identiques à ceux qui ont été récupérés de l'épave de l'*Ocean Ranger*. Ils étaient fabriqués par Tokyo Electric Co. et portaient le numéro de pièce 4031E-11R dans le cas de l'interrupteur «Stop» (arrêt) à bouton rouge, et 1031E-11G dans le cas de l'interrupteur «Run» (marche) vert.

2.3 L'interrupteur «Stop» est un interrupteur à bouton-poussoir à verrouillage automatique qui change d'état chaque fois qu'on l'enfonce. L'interrupteur «Run», photographie 1, est un interrupteur à bouton-poussoir instantané qui excite un relais à verrouillage automatique afin de maintenir en marche la pompe qui lui est associée. Les deux interrupteurs comprennent un transformateur intégré de 115 V - 18 V afin d'alimenter l'ampoule montée dans le bouton rouge ou vert en plastique clair. La photographie 2 montre un interrupteur «Run» démonté dont les principaux composants sont identifiés.

2.4 La photographie 3 est une vue de l'interrupteur coupé au niveau de l'interface transformateur — bouton-poussoir. On peut voir le fond de la douille de l'ampoule au point «A», l'enroulement secondaire du transformateur et les bornes au point «B», l'enroulement primaire et les bornes au point «C», ainsi que les bornes externes de connexion du tranformateur de 115 V au point «D».

2.5 La partie du bouton-poussoir de l'interrupteur est construite et scellée de telle façon que de l'eau coulant sur le dessus du panneau ne peut pénétrer dans le boîtier de l'interrupteur. Cependant, si l'eau atteignait le boîtier de l'interrupteur à partir du dessous du panneau, elle pourrait alors pénétrer facilement dans l'interrupteur près des bornes de connexion de l'ampoule, tel qu'il est indiqué sur la photographie 1.

2.6 Comme on peut le voir sur la photographie 3, les bornes du transformateur de l'enroulement primaire «C» et la douille de l'ampoule «A» sont très rapprochés. Ce montage faciliterait les fuites de 115 V du «primaire» dans les contacts des ampoules du «secondaire» si de l'eau salée pouvait pénétrer dans la partie du transformateur montée dans le boîtier de l'interrupteur.

2.7 Afin de démontrer que de l'eau peut couler sous un panneau horizontal ou presque horizontal, on a fabriqué le petit dispositif d'essai qu'on peut voir sur la photographie 4 et qui consiste en un panneau de tôle de 10 x 24 pouces supporté par un cadre de contre-plaqué permettant d'obtenir une pente de 12 degrés. Une étroite fente ayant environ 0,050 pouce de largeur et 6 pouces de longueur a été pratiquée dans la tôle à environ 4 pouces au-dessus de la position de l'interrupteur de la pompe. On a installé une caméra vidéo de façon qu'on puisse voir le fond de la plaque et la partie de l'interrupteur montée en dessous de la plaque.

2.8 Le court ruban vidéo qui accompagne ce rapport démontre clairement de quelle façon l'eau de mer qu'on a versée sur le panneau au-dessus de la fente coule dans la fente et suit le fond du panneau en descendant le plan incliné, puis le long de la paroi de l'interrupteur jusque dans l'ouverture près des bornes de l'ampoule.

2.9 La fente pratiquée dans le panneau d'essai a été jugée une simulation acceptable des petits espaces entre les interrupteurs rectangulaires des soupapes et les trous de montage du panneau de contrôle des ballasts dont on a remarqué l'existence dans l'ensemble du panneau de contrôle des ballasts.

2.10 Pour le deuxième essai qui a démontré que l'eau de mer peut entraîner une surtension dans l'ampoule et la faire griller, les bornes de l'ampoule de l'interrupteur ont été directement reliées, avec le 115 V en continu, à l'enroulement primaire du transformateur. On a mis un peu d'eau de mer dans les deux cavités à proximité des bornes de l'ampoule, photographie 1, et les réactions ont été captées sur ruban vidéo. Après quelques minutes, l'éclat de l'ampoule s'est modifié, elle a vacillé, s'est éteinte puis s'est rallumée de nouveau, puis elle est devenue très brillante, indiquant une surtension et une défaillance par grillage. Cette réaction est consignée sur le ruban vidéo qui accompagne ce rapport.

2.11 On a constaté que les ampoules neuves ne grillaient pas dans les conditions d'essai décrites ci-dessus. Cependant, les enroulements primaires du transformateur brûlaient chaque fois qu'on laissait l'alimentation de 115 V plus de quinze minutes approximativement après avoir versé de l'eau de mer. Les surtensions observées dans le circuit des ampoules du «secondaire» n'atteignaient que 25 V environ et leur durée était relativement courte. Par conséquent, seuls les filaments des ampoules affaiblis par l'usure étaient susceptibles de griller.

2.12 On doit remarquer que l'augmentation de l'incandescence du filament d'une ampoule, au moment où il grille, ne résulte pas nécessairement d'une augmentation de la tension d'alimentation, mais qu'elle est plutôt due à une décharge d'énergie inductive résultant de la fracture du filament.

2.13 Parmi les 24 interrupteurs de pompes récupérés avec les panneaux de contrôle des ballasts de l'*Ocean Ranger*, un seul transformateur (interrupteur d'arrêt de la pompe de cale #1 de bâbord) avait un enroulement primaire grillé. Tous les autres transformateurs des interrupteurs des pompes n'avaient pas subi de dommages par l'électricité. Ceci indiquerait soit que très peu d'eau ait pénétré dans les interrupteurs, ou plus vraisemblablement que l'alimentation des circuits des pompes ait été coupée peu après qu'on eût constaté les dommages causés par l'eau. Douze des 24 ampoules des interrupteurs des pompes de l'*Ocean Ranger* ont été trouvées grillées (11 rouges et 1 verte). Seules les ampoules qui

étaient allumées au moment où l'eau a pénétré dans les boîtiers des interrupteurs ont pu griller.

2.14 Pendant les essais, on a également remarqué qu'il se formait une condensation importante dans les boutons-poussoirs en raison de la chaleur dégagée par les ampoules. Le ruban vidéo montre des indices de ce type de condensation. Ceci peut expliquer pourquoi 14 des 24 boutons rouge et vert avaient disparu au moment de la récupération des panneaux de contrôle. L'équipage a bien pu enlever les boutons au moment du nettoyage, après avoir constaté le fonctionnement intermittent des ampoules et/ou qu'il y avait de la condensation dans les boutons-poussoirs.

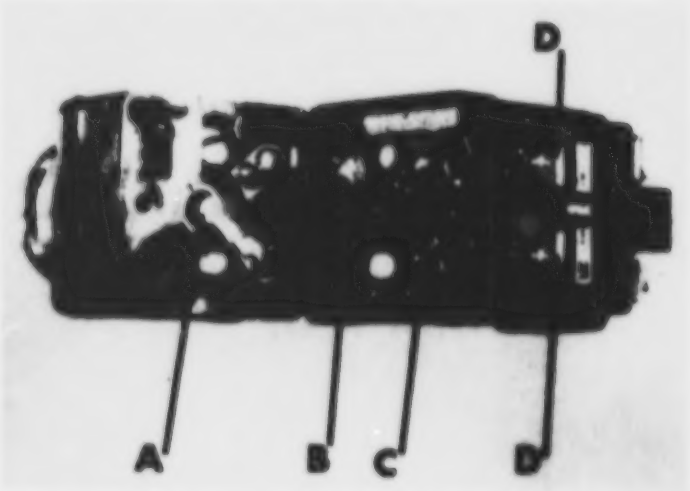
CONCLUSIONS

3.1 Il a été démontré que l'eau de mer pouvait très facilement couler (et c'est ce qui s'est vraisemblablement produit) le long du côté inférieur du panneau de contrôle des ballasts et qu'elle a pénétré dans les boîtiers des interrupteurs des pompes près des bornes des ampoules.

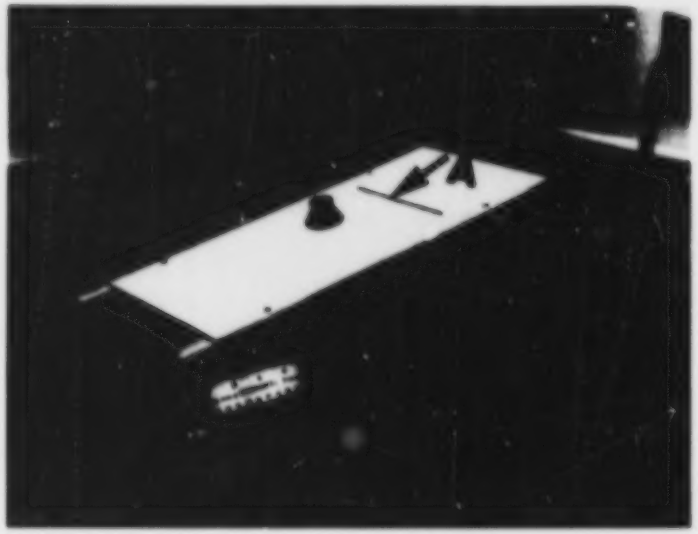
3.2 Il a également été démontré que les lampes témoins des interrupteurs des pompes pouvaient griller après un contact avec l'eau de mer, pourvu que le filament de l'ampoule fût substantiellement endommagé en raison de l'usure.

PHOTOGRAPHIE 1 Interrupteur de pompe, vert ou «run» (marche). Cavité sur le côté du boîtier où l'eau peut pénétrer par le joint «A».

PHOTOGRAPHIE 2 Le même interrupteur de pompe démonté.



PHOTOGRAPHIE 3 Le même interrupteur ouvert à la jonction du transformateur et de l'ampoule. «A» culot de l'ampoule dans sa douille, «B» enroulement secondaire, «C» enroulement primaire, «D» connexions externes du transformateur.



PHOTOGRAPHIE 4 Dispositif d'essai utilisé pour inonder le panneau, avec fente au point «A»

RAPPORT «b»
RAPPORT TECHNIQUE EP 73/84
ANALYSE DES DÉFAILLANCES DES MICRO-CONTACTS
1er mars 1984

INTRODUCTION

1.1 La Commission royale d'enquête sur le désastre maritime de l'*Ocean Ranger* a demandé au Laboratoire des techniques de sécurité aérienne (LTSA) du Bureau de la sécurité aérienne de Transports Canada, de l'aider dans ses travaux en faisant certains essais et analyses concernant les hublots de la salle de contrôle des ballasts, les panneaux (schématiques) des interrupteurs de contrôle des ballasts et les soupapes de contrôle des ballasts.

1.2 Tous ces essais et analyses ont été faits et les résultats ont été présentés à la Commission en septembre 1983 dans les Rapports «A» à «G» du LTSA. Le rapport «F» (EP 333/83) intitulé «Essais du panneau de contrôle des ballasts» couvrait les essais du simulateur du panneau de contrôle des ballasts afin de déterminer s'il était susceptible de subir des dommages et des défaillances électriques lorsqu'on l'arrosait d'eau de mer. Au cours de l'essai, dix interrupteurs «Open» (vert) de soupapes de contrôle ont fait défaut comme on peut le constater sur la photographie 1 et à l'alinéa 3.4 du Rapport «F» du LTSA.

1.3 L'affichage des lampes témoins vertes sur le panneau de contrôle spécial présenté sur la photographie 1 constituait la preuve fondamentale que ces interrupteurs avaient fait défaut au moment de l'essai. La façon dont ces 10 interrupteurs ont fait défaut, tel qu'on l'indique à l'alinéa 3.4 du Rapport «F» du LTSA, était une déduction logique tirée d'une preuve indirecte. Au moment de cet essai, il a été décidé de ne pas ouvrir les micro-contacts pour voir si de l'eau de mer y avait pénétré, en raison du risque de perdre la preuve (c'est à dire l'eau de mer) pendant le processus de leur ouverture.

1.4 Les interrupteurs des soupapes de contrôle ont été enlevés du panneau d'essai, identifiés et placés dans des sacs en plastique ouverts, dans un milieu à faible humidité, pendant une période de trois mois afin que toute l'eau salée puisse s'évaporer et laisser des dépôts de sel identifiables, à l'intérieur du micro-contact, si de l'eau de mer avait réellement pénétré dans les interrupteurs.

1.5 Afin de découvrir une preuve indéniable que l'eau de mer pouvait pénétrer dans les micro-contacts des soupapes de contrôle, la Commission a demandé au LTSA d'ouvrir, après une période de séchage appropriée, une série de micro-contacts du panneau d'essai décrit dans le Rapport «F» du LTSA, et de déterminer s'il y avait des indices démontrant que de l'eau de mer s'y était infiltrée.

EXAMEN ET ANALYSE

2.1 Les micro-contacts des dix interrupteurs à bouton-poussoir «open» (vert) des soupapes de contrôle, mentionnés à l'alinéa 3.4 du Rapport «F» du LTSA ont été enlevés, puis on a gratté légèrement un côté de chaque micro-contact afin d'en découvrir le mécanisme, comme on peut le voir sur la photographie 2. Un examen microscopique approfondi a révélé de petits points blancs en quantité variable dans les dix interrupteurs. La photographie 3 montre les points blancs typiques dans l'un de ces interrupteurs.

2.2 L'analyse au microscope à balayage électronique a révélé que les points blancs avaient en majorité une forme cristalline aiguë comme on peut le constater sur les photographies 4 et 5. L'analyse spectrométrique radioscopique à énergie dispersive a révélé que ces points renfermaient divers composés cristallins de sodium et/ou de chlorure, tels que décrits plus en détail dans le Rapport ci-joint du spécialiste en analyse physique du LTSA.

2.3 L'endroit le plus plausible par lequel l'eau de mer aurait pénétré dans le micro-contact se trouvait autour du bouton rouge de mise en marche, comme l'indique la photographie 2. Cependant, l'examen de l'un des interrupteurs a révélé que de l'eau de mer était entrée par une fissure entre les deux moitiés du boîtier qui n'avait apparemment pas été scellé correctement, comme l'indique la photographie 6.

CONCLUSIONS

3.1 L'analyse spectrométrique radioscopique à énergie dispersive a révélé que l'eau de mer avait pénétré dans les interrupteurs de marche (vert) des soupapes de contrôle de la façon indiquée à l'alinéa 3.4 du Rapport «F» du LTSA.

Ministère des Transports
LABORATOIRE DES TECHNIQUES DE SÉCURITÉ AÉRIENNE
Demande interne d'analyse technique

DEMANDES

S'il vous plaît, veuillez procéder à l'identification des dépôts blancs trouvés sur certains composants des micro-contacts.

4 février 1984 — M. Vermij

CONSTATATIONS

L'examen au microscope à balayage électronique des dépôts «blancs» à trois endroits sur le micro-contact, y compris deux des barres omnibus plaquées or et une surface de contact argent, indique une grande variation dans la morphologie du précipité – conformément aux photomicrographies, voir les photographies 7 et 8.

L'analyse radioscopique à énergie dispersive confirme la présence d'un nombre correspondant de différentes espèces chimiques. Bien qu'elles soient communes à toutes les analyses, on y trouve de fortes concentrations de sodium, de chlore et d'autres constituants de l'eau de mer.

Les spectres nos 1 à 5 ci-joints se rapportent à ce qui suit :

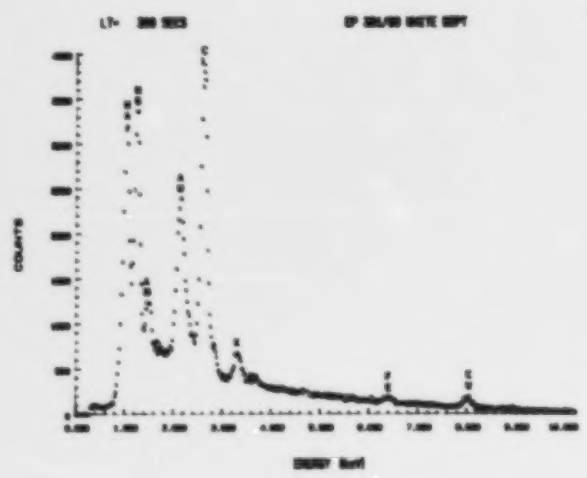
#1, 2 et 3 — analyse spectrale superficielle des dépôts généraux du fond n'ayant pas de tendances cristallographiques bien définies.

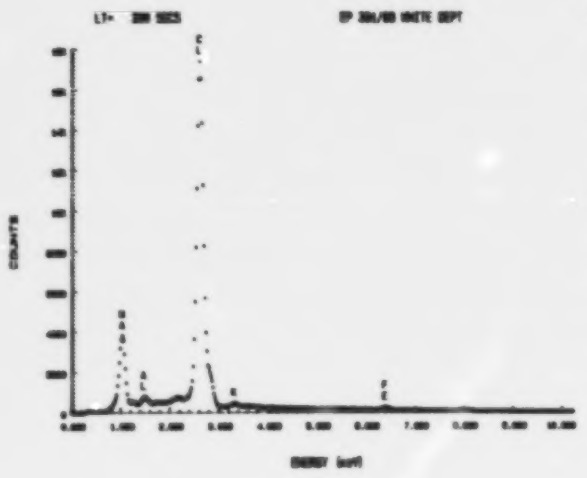
#4 — analyse spectrale de groupes typiques aigus. Révèle du sel de sodium avec éléments traceurs secondaires suggérant que ces croissances peuvent être des composés de sodium avec radicaux atomiques faibles comme le carbonate, le nitrate ou l'oxyde non détectables par la technique non dispersive.

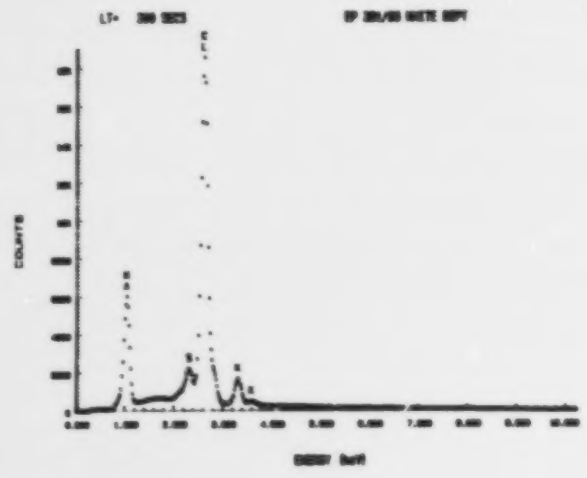
#5 — analyse spectrale de la phase cristalline bien développée – indiquée par les flèches les plus longues sur la photographie 7 et identifiée comme du chlorure d'argent.

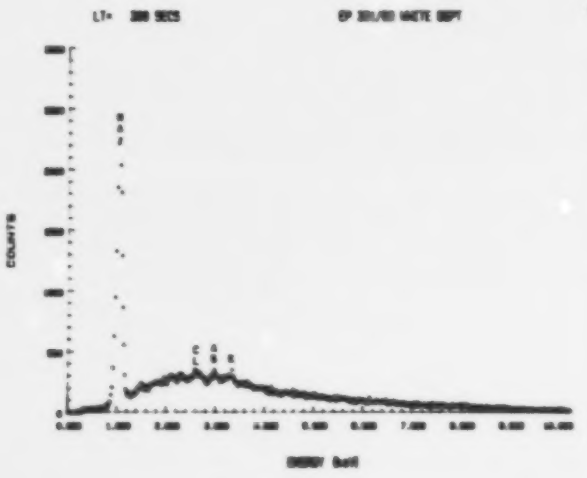
On peut conclure que tous les composés présents provenaient de la réaction avec l'eau salée.

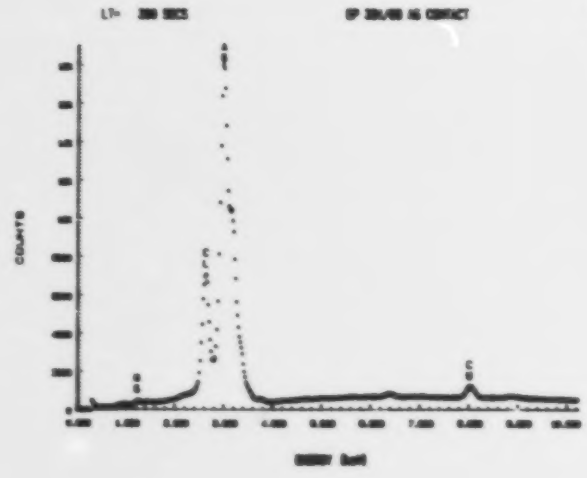
8 février 1984 — K.M. Pickwick


COUNTS

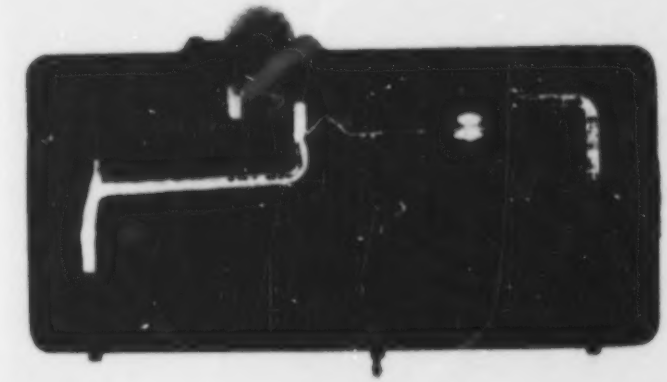

COUNTS


COUNTS

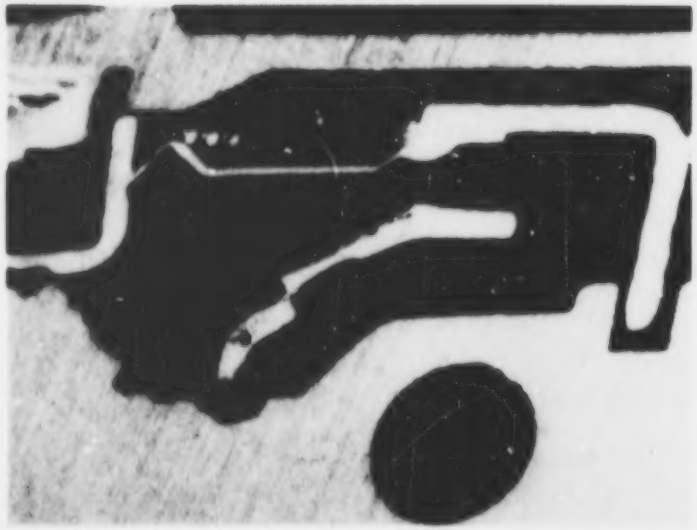

COUNTS


COUNTS

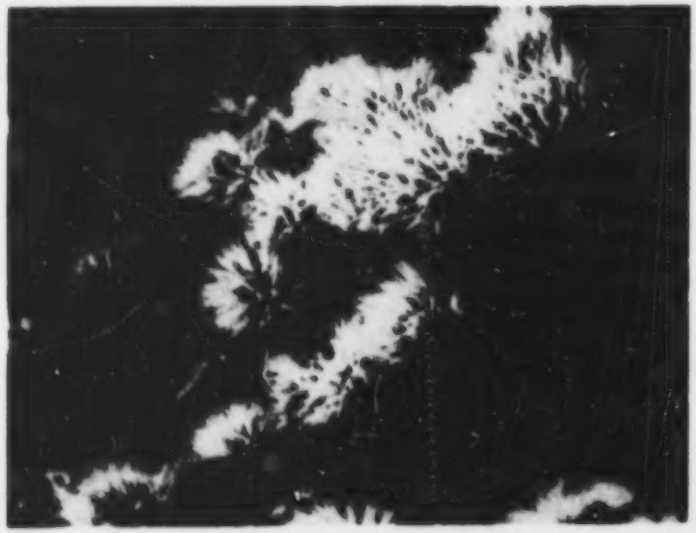
PHOTOGRAPHIE 1 Panneau d'essai au moment ou le panneau de contrôle faisait voir les 10 lampes témoins vertes, indiquant des défaillances des ampoules.



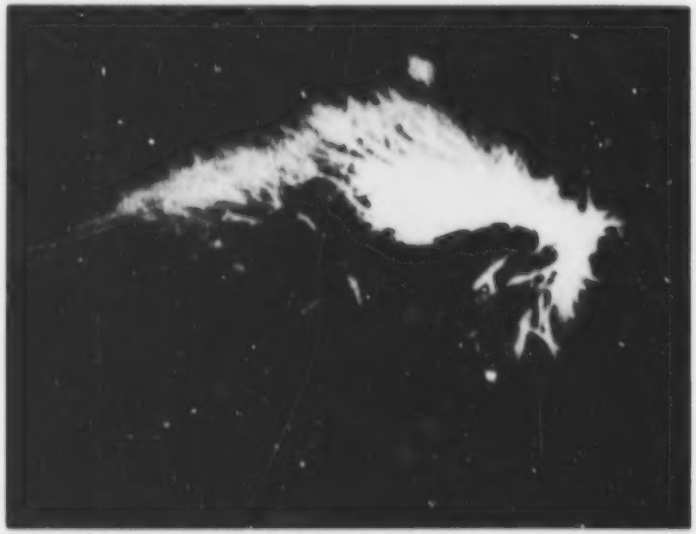
PHOTOGRAPHIE 2 Micro-contact typique, côté du boîtier enlevé afin d'en révéler le mécanisme.



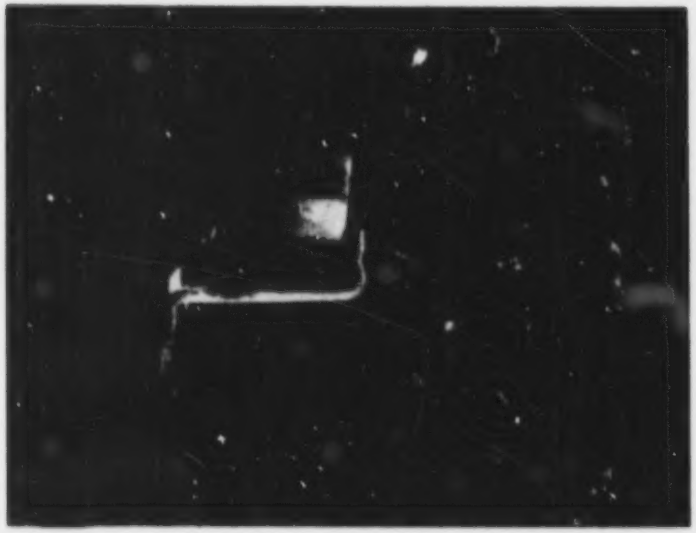
PHOTOGRAPHIE 3 Détail du mécanisme du micro-contact montrant les dépôts blancs sur le barre de contact plaquée or.



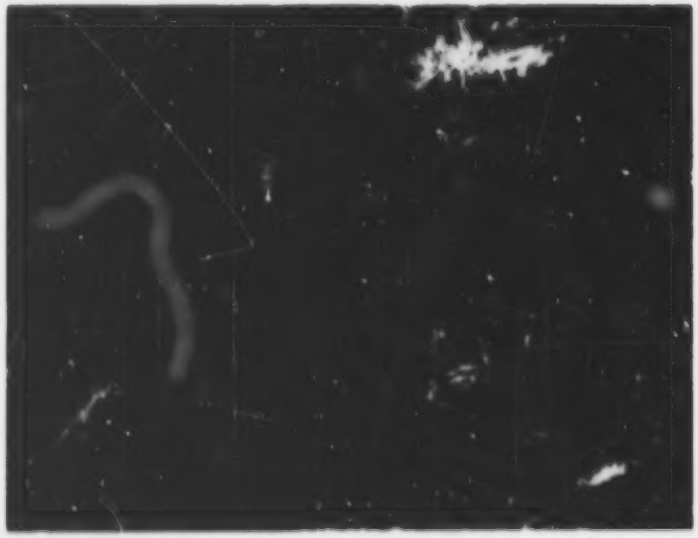
PHOTOGRAPHIE 4 Micrographie des points blancs identifiés comme groupes cristallins de composés de sodium.



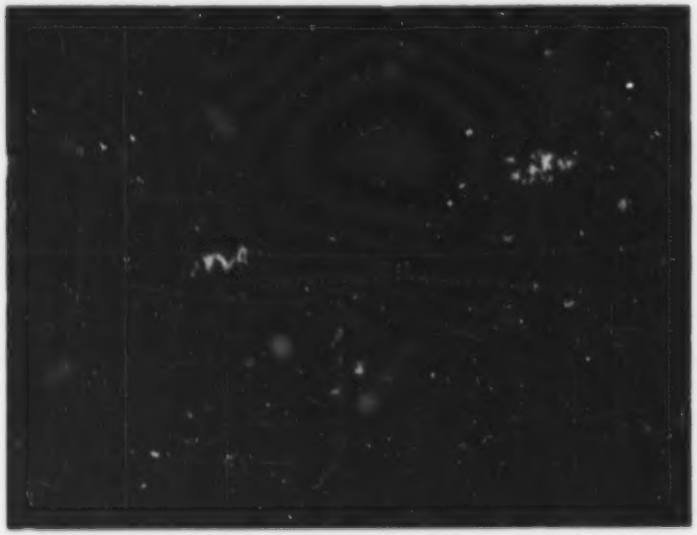
PHOTOGRAPHIE 5 Micrographie d'un groupe cristallin de composés de sodium entouré de minuscules cristaux de chlorure de sodium



PHOTOGRAPHIE 6 Micro-contact indiquant que de l'eau de mer s'est infiltrée par la jonction des deux parties du boîtier.



PHOTOGRAPHIE 7 Micrographie montrant les différents dépôts cristallins sur un composant d'un interrupteur.



PHOTOGRAPHIE 8 Détails micrographiques de quelques dépôts cristallins typiques de forme aiguë.

APPENDICE F-4

Caractéristiques du système de pompage de l'*Ocean Ranger*: analyse et calculs

RÉSUMÉ

Il est très probable que l'*Ocean Ranger* ait été aux prises avec des problèmes de contrôle des ballasts le soir du 14 février 1982, problèmes qui ont contribué à la perte, corps et biens, de l'installation de forage. L'analyse suivante porte sur certaines caractéristiques du système de ballasts et sur sa capacité de corriger une assiette avant.

Étant donné que les chambres des pompes étaient situées aux extrémités arrière des pontons, la hauteur d'aspiration requise quand l'installation penchait vers l'avant augmentait jusqu'à un tel point qu'à 12°, aucune pompe ne pouvait refouler plus que 35% environ du contenu des réservoirs n° 1, et pas plus que 10% environ du contenu des réservoirs nos 2 et 3. À cet angle d'inclinaison, c'est le point auquel la hauteur d'aspiration statique est égale à la tension de vapeur de l'eau qui est pompée. La Figure 13 trace l'angle de l'assiette avant comparé à la capacité des réservoirs 1, 2 et 3, indiquant le point où le système de ballasts est inopérant.

En raison du régime constant des moteurs des pompes, il y a cavitation au niveau du rotor lorsque le pompage se fait avec 1 pompe à partir des réservoirs 2 ou 3 séparément à tous les angles d'assiette avant et lorsque l'assiette est nulle même lorsque les réservoirs sont presque pleins. En pompant à partir des réservoirs 2 et 3 ensemble, en utilisant 1 pompe, il y a cavitation à toutes les assiettes avant excédant environ 5° lorsque les réservoirs sont pleins. Lorsque l'assiette est nulle, il y aura cavitation à tous les niveaux des réservoirs en dessous de 10 pieds approximativement ou 38% environ de leur capacité totale. Il s'ensuit que le pompage des réservoirs n° 1 entrainera également une cavitation à tous les niveaux inférieurs à quelque 26,5 pieds ou 65% environ de leur capacité totale. Le rapport exact entre la cavitation et le débit n'est pas connu quoique, en général, le débit diminue proportionnellement au degré de cavitation. La cavitation augmente proportionnellement à la hauteur d'aspiration.

À la Figure 11, on peut voir qu'en pompant à partir des réservoirs 2 et 3 sur la base d'une pompe/un réservoir, le débit admissible pour qu'il n'y ait pas cavitation, calculé dans le cas d'une assiette nulle, va approximativement de 1 630 gallons U.S. par minute lorsque le réservoir est vide, jusqu'à 2 750 gallons U.S. par minute lorsque le réservoir est plein. En analysant le débit nominal réel, c'est-à-dire le débit auquel les pompes fonctionneraient s'il n'y avait pas de contrainte due à la cavitation, on calcule que le débit comparable atteindrait environ 2 325 gallons U.S. par minute le réservoir étant vide, à 2 590 gallons U.S. par minute le réservoir étant plein (voir la Figure 8).

C'est pratique courante de concevoir un système de pompage de façon que la cavitation soit nulle au niveau du rotor, étant donné que le fonctionnement au point de cavitation ou au-delà de ce dernier est bruyant, entraine des vibrations ainsi qu'une usure rapide du rotor et des surfaces métalliques adjacentes. Sous ce rapport, le système de ballasts de l'*Ocean Ranger* n'était pas conçu selon les règles de l'art puisque la capacité des pompes était trop élevée pour qu'il n'y ait pas cavitation lorsque le pompage se faisait à partir des réservoirs avant. Cela était dû en partie à la grande longueur de tuyauterie d'un diamètre interne relativement petit allant des réservoirs aux chambres des pompes. Cette tuyauterie avait à peu près le diamètre minimum recommandé pour le débit nominal des pompes, ce qui entrainait une perte dynamique considérable dans la hauteur d'aspiration.

Au débit nominal d'une pompe de ballast (2 000 gallons U.S. par minute), on calcule que la hauteur d'aspiration totale du système d'aspiration atteint presque 27 pieds lorsqu'on pompe à partir des réservoirs 2 et 3 sur la base d'un seul réservoir. Cependant, en raison du régime constant des pompes, le débit serait de 2 300 à 2 600 gallons par minute et la perte de charge approximativement de 39 pieds. On devrait normalement s'attendre à ce que des pompes comme celles de l'*Ocean Ranger* puissent fonctionner avec une hauteur d'aspiration maximale (statique + dynamique) d'environ 20 pieds au plus. Par conséquent, le débit nominal ne serait pas atteint. La hauteur d'aspiration maximale, en pompant à partir de deux réservoirs, se situerait autour de 24 pieds, les débits possibles atteignant approximativement 2 400-2 700 gallons par minute.

Une partie du problème relatif au pompage à partir des réservoirs avant était due à l'emplacement des chambres des pompes à l'extrémité arrière de chaque ponton. Lorsque la plate-forme est équilibrée, la hauteur d'aspiration statique est directement fonction de la distance horizontale entre la pompe et la crépine du réservoir. En plaçant la chambre des pompes au milieu, on réduirait considérablement cette hauteur d'aspiration. Dans le cas de l'*Ocean Ranger*, il serait quelque peu difficile d'accéder à une chambre des pompes située au milieu, mais on pourrait le faire à partir d'une des colonnes centrales par un tunnel ou un passage étanche à l'intérieur des réservoirs du ponton. Si une chambre des pompes était située aux deux extrémités de chaque ponton, au moins une des pompes aurait une hauteur statique positive quelle que soit l'assiette. Manifestement, cela augmenterait la complexité de la tuyauterie et des systèmes de commande, et l'opérateur pourrait bien soutenir que l'unité n'a pas été conçue pour pouvoir fonctionner lorsqu'elle est inclinée.

Néanmoins, on a démontré qu'on pouvait facilement incliner l'*Ocean Ranger* par des transferts de ballasts relativement peu importants. Lorsque l'assiette avant est prononcée, il est très difficile, en configuration telle que construite, de voir comment le système de pompage pourrait corriger cette assiette à moins qu'une pression d'air positive ne soit appliquée aux réservoirs. En outre, la configuration «chambre des pompes à l'arrière» ramenait le centre de gravité du bloc réservoir bien en avant du centre de flottaison. Ainsi, pour obtenir des tirants d'eau appropriés, les réservoirs de ballasts arrière devaient être substantiellement toujours pleins, ce qui limitait la capacité d'équilibrage arrière de l'installation de forage. Le système de ballasts de l'*Ocean Ranger* était disposé de façon que toutes les conduites partant des réservoirs de ballast mènent à l'arrière à un collecteur commun dans la chambre des pompes. En retour, ce collecteur était relié aux pompes et pouvait servir soit à remplir les réservoirs de ballast à partir de la mer soit à vider leur contenu par-dessus bord. Cependant, il était impossible de pomper le contenu d'un réservoir de ballast dans un autre réservoir. Il fallait plutôt vider le contenu du premier réservoir par-dessus bord puis remplir le réservoir correspondant ou d'équilibrage avec la quantité d'eau appropriée. On juge que cet agencement est inutilement restrictif et potentiellement dangereux en cas de défaillance de n'importe quelle soupape.

Si les réservoirs avant avaient été reliés par un collecteur et les réservoirs arrière par un autre, il aurait été possible de pomper du lest entre les réservoirs avant et les réservoirs arrière. La Figure 14 montre l'agencement tel qu'il était, et la Figure 15 l'agencement proposé, peut-être pas idéal, mais qui serait plus souple et permettrait le transfert plutôt que le déchargement et le remplacement. Cette absence de possibilité de transfert interne doit être considérée comme un défaut dans le système de tuyauterie des ballasts.

Nous rappelons qu'en raison de la cavitation, la capacité des pompes de ballasts à bord de l'*Ocean Ranger* était trop grande pour vider efficacement les réservoirs avant lorsque la plate-forme était inclinée vers l'avant. Il a été démontré qu'il y avait cavitation même lorsque l'assiette était nulle.

CONCLUSIONS

1. Le système de ballasts de l'*Ocean Ranger* n'était pas totalement satisfaisant à bien des égards. Les principaux défauts trouvés étaient les suivants :

i. Il était impossible de pomper du lest d'un réservoir avant dans un réservoir arrière ou inversement. Une simple modification du collecteur aurait permis de le faire.

ii. Le diamètre de la tuyauterie reliant les réservoirs avant et les chambres des pompes arrière était trop petit, compte tenu de la distance et de la capacité de pompage. Cela entrainait une cavitation même lorsque l'assiette était nulle.

iii. Les caractéristiques du système de pompage ainsi que l'emplacement des chambres des pompes limitaient la capacité des pompes relativement au déballastage des réservoirs avant lorsque la plate-forme avait une inclinaison vers l'avant. En effet, dans le cas des réservoirs critiques n^{os} 1, 2 et 3 de chaque ponton, il y avait perte totale de charge à une assiette de 6° les réservoirs étant presque vides, et à une assiette de 12° les réservoirs pratiquement pleins. À une inclinaison d'environ 8° à 10°, les pompes ne pouvaient pas aspirer le contenu des réservoirs 1, 2 ou 3 si ces derniers contenaient moins que 45 % environ de leur capacité.

2. La conception du système de pompage ne respectait pas les règles de l'art. La perte totale de charge dynamique excède les limites admissibles lorsque le pompage se fait séparément à la capacité nominale à partir des réservoirs 2 ou 3. Elle est marginalement acceptable lorsqu'on pompait à partir de deux réservoirs avant en même temps en utilisant une seule pompe.

3. L'emplacement des chambres des pompes à l'arrière plaçait le centre de gravité du bloc réservoir bien en avant du centre de flottaison. En conséquence, aux tirants normaux d'exploitation, il fallait que les réservoirs de ballasts arrière soient substantiellement pleins en tout temps, ce qui limitait la capacité d'équilibrage arrière de la plate-forme.

CALCUL DE LA PERFORMANCE

La présente partie décrit la méthode utilisée pour déterminer la capacité du système de ballasts de l'*Ocean Ranger* relativement au déballastage de l'installation tant lorsque l'assiette est de niveau qu'à divers degrés d'inclinaison vers l'avant.

Étant donné que les pompes de ballasts étaient situées dans les chambres des pompes à l'extrémité arrière de l'installation, il s'ensuit que les conditions de pompage les plus difficiles étaient imposées lorsqu'on pompait à partir des réservoirs avant des pontons, c'est-à-dire les réservoirs 1, 2, 3 et 4.

Les conditions de pompage des réservoirs 2 et 3 sont analysées, et certains calculs sont faits afin d'appliquer la méthode aux réservoirs 1 et 4.

CARACTÉRISTIQUES DES POMPES

Spécifications des pompes: pompes centrifuges à hélice à couplage rapproché Layne & Bowler «Veriline», entrainées par un moteur électrique triphasé de 125 HP (régime constant de 1 770 tr/min). Capacité nominale de 2 000 gallons U.S. par minute à une hauteur de refoulement de 170 pieds.

La sortie d'une pompe de ballasts dépend de deux facteurs :

a) Hauteur totale de refoulement du système – la courbe hauteur/capacité est reproduite à la Figure 1. À mesure que la hauteur augmente, le débit diminue et l'efficacité décroît à partir de la capacité nominale.

b) Incidence de la cavitation – toute pompe à hélice entrainée par une autre propulsion ou rotor, entrainera un vide à un certain point, dépendant du débit et de la hauteur d'aspiration requise. La pression positive de l'eau autour du rotor, sans cavitation, et exprimée comme tête d'eau, est la hauteur d'aspiration positive nette (HAPN). Elle est définie comme la différence entre la hauteur d'aspiration totale (y compris la hauteur d'aspiration dynamique) dans la conduite d'aspiration et la hauteur correspondant à la tension de vapeur du liquide pompé. La courbe HAPN dans le cas du rotor des pompes de ballasts de l'*Ocean Ranger* est reproduite à la Figure 2.

L'effet de la cavitation du rotor des pompes sur la capacité de pompage est analysé numériquement plus loin.

SYSTÈME DE BALLASTS

Tout système de pompage comprend trois composants: conduite d'aspiration, pompe et conduite de refoulement. Pour chacun des pontons, l'*Ocean Ranger* pouvait utiliser soit une, deux ou trois pompes en parallèle et pomper de l'eau à partir d'un ou de plusieurs réservoirs et la refouler par l'intermédiaire d'une conduite principale.

Fondamentalement, la fonction d'une pompe est d'élever un liquide à partir d'un niveau jusqu'à un niveau supérieur. La différence entre ces deux niveaux est définie comme la hauteur de charge statique. La perte de pression due à la friction des conduites, des soupapes, etc., est définie comme la hauteur dynamique. La somme de ces deux composantes est la hauteur totale du système.

Étant donné que les caractéristiques d'une pompe diffèrent pour l'aspiration et le refoulement, on doit diviser la hauteur totale du système en hauteur d'aspiration totale et en hauteur de refoulement totale, afin de pouvoir déterminer les caractéristiques de la pompe.

Dans le cas de l'*Ocean Ranger*, la hauteur totale du système variera selon le niveau d'eau du réservoir qui modifie la hauteur statique. Le nombre de réservoirs pompés simultanément, et le débit (correspondant) par les conduites d'aspiration, feront varier la perte totale due à la friction modifiant la hauteur dynamique.

Ce rapport présente en détail deux conditions de pompage hypothétiques :

a) 1 pompe agissant sur 1 réservoir (1P/1R)

b) 1 pompe agissant simultanément sur 2 réservoirs (1P/2R)

Il détermine le point de cavitation du rotor de la pompe à différents niveaux d'eau dans les réservoirs 2 et 3 ainsi que les débits à partir de ces réservoirs, la cavitation étant nulle dans les deux conditions mentionnées ci-dessus.

CALCUL DE LA HAUTEUR DE CHARGE STATIQUE

Quelle que soit l'assiette, la hauteur de charge statique totale est mesurée à partir du niveau de l'eau dans le réservoir jusqu'au point de refoulement par-dessus bord.

Niveau du refoulement par-dessus bord

= 32,00 m au-dessus de la ligne de base, l'installation étant d'aplomb.

Hauteur de la crépine du réservoir au-dessus de la ligne de base

= 0,09 m.

Hauteur d'aspiration de la pompe

= 0,915 m. Cette hauteur est prise comme étant la position du rotor d'amorçage étant donné que ce dernier doit développer suffisamment de pression pour atteindre l'aspiration du deuxième étage afin que la pompe fonctionne.

Position longitudinale des crépines des réservoirs n° 2 et 3

= 800 mm à l'avant du bâti 7.

Position longitudinale du tuyau de refoulement

= 69,684 – 3,548 = 66,14 m.

Si l'angle d'inclinaison par l'avant = α

La distance verticale entre la crépine des réservoirs et le point de refoulement (hauteur statique maximale) est donc :

$h_1 = 66,14 \sin \alpha + (32,00 - 0,09) \cos \alpha$ mètres

Position horizontale de la ligne médiane de la pompe
= 5,60 m à l'arrière du bâti 53.

Distance horizontale des crépines des réservoirs nos 2 et 3 jusqu'à la ligne médiane de la pompe
= 5,60 + 69,684 = 75,28 mètres

Donc, la distance verticale entre la crépine du réservoir et l'aspiration de la pompe (hauteur statique d'aspiration maximale) est :

$h_2 = 75{,}28 \sin \alpha + (0{,}915 - 0{,}09) \cos \alpha$ mètres

Ainsi, pour les réservoirs 2 et 3 :

α Degrés	h_1	h_2	h_3 (mètres)
0	31,91	0,83	31,08
2	34,20	3,45	30,75
4	36,45	6,07	30,38
6	38,65	8,69	29,96
8	40,80	11,29	29,51
10	42,91	13,88	29,03
12	44,96	16,46	28,50

Les valeurs h_1 et h_2 représentent les hauteurs statiques du système lorsque le niveau de l'eau du réservoir est à égalité avec le bas de la crépine, c'est-à-dire le point auquel toute aspiration cesse. Aux niveaux intermédiaires du réservoir, la hauteur d'eau dans le réservoir peut être déduite des hauteurs statiques maximales pour obtenir la hauteur statique réelle et la hauteur d'aspiration statique réelle. Les courbes comparatives de la hauteur d'eau dans le réservoir et de la capacité du réservoir exprimée en pourcentage à différents angles d'assiette ont été calculées pour les réservoirs 1, 2, 3 et 4 (voir les Figures 3-5). Pour ces graphiques, la hauteur d'eau a été calculée le plan d'eau du réservoir étant équilibré par rapport à la ligne de base pour tous les angles d'assiette correspondants. La hauteur statique de refoulement h_3 demeurera constante à des angles d'assiette déterminés pour tous les niveaux des réservoirs.

CALCUL DE LA HAUTEUR DYNAMIQUE

Chacun des réservoirs de ballasts mène à la cloison de la chambre des pompes avant au moyen d'une seule conduite de 200 mm en acier de qualité standard. À l'arrière de la cloison de la chambre des pompes, les conduites de ballast sont reliées, par l'intermédiaire d'un collecteur, à une conduite principale dont le diamètre varie de 250 mm à 450 mm. Le diamètre de la conduite principale de refoulement est généralement de 400 mm et elle est reliée à la pompe de ballast au moyen d'un tuyau court de 250 mm de diamètre.

Longueur de l'aspiration jusqu'à la cloison de la chambre des pompes
= 78,25 (en moyenne pour les réservoirs 2 et 3).

Obstacles au débit :
1 x crépine
3 x coudes de 90° (R/r = 6)
14 x coudes de 45°(R/r = 6)

Longueur de l'aspiration nominale de 200 mm dans la chambre des pompes
= 1,8 m chacune pour les réservoirs 2 et 3.

Obstacles au débit :
1 x robinet-vanne à papillon

1 x expansion (200 mm – 450 mm)

Longueur de l'aspiration nominale de 450 mm dans la chambre des pompes

a) Collecteur
= 2,60 m (en moyenne pour les réservoirs 2 et 3).

Obstacles au débit :

1 x embranchement de 90° (1P/1R)
2 x embranchements de 90° (1P/2R)

b) Embranchement jusqu'à la crapaudine
= 2,40 m

Obstacles au débit :
2 x embranchements de 90V
1 x robinet-vanne à papillon

Longueur de l'aspiration nominale de 250 mm dans la chambre des pompes (pour la pompe ayant le tracé le plus court)
= 0,95 mm

Obstacles au débit :
1 x rétrécissement (450 mm – 250 mm)
1 x crapaudine
1 x robinet-vanne à papillon

Longueur de conduite de refoulement nominale de 250 mm
= 3,9 m

Obstacles au débit :
1 x soupape de retenue
1 x coude de 90V
1 x expansion (250 mm – 400 mm)

Longueur de conduite de refoulement nominale de 400 mm
= 49,0 m

Obstacles au débit :
1 x embranchement de 90V
9 x coudes de 90° (R/r = 2)
2 x coudes de 45° (R/r = 2)
1 x soupape de retenue
1 x renvoi à l'atmosphère

PERTES DUES À LA FRICTION

La chute de pression due à la friction dans un système de tuyauterie est généralement exprimée par la formule suivante :

$$\text{Perte de pression} = f \cdot \frac{L}{d} \cdot p \cdot \frac{V^2}{2} \text{ KN/m}^2$$

où
f = coefficient de friction (illimité)
L = longueur du tuyau (m)
d = diamètre du tuyau (mm)
V = vitesse de l'eau dans le tuyau (m/s)
P = densité du liquide (kg/m³)

Le coefficient de friction dépend du nombre de Reynolds et, aux fins du présent rapport, a été tiré du *British Standard; Marine Series Specification for Salt Water Piping in Ships*, également utilisé (sauf indication contraire) pour tous les calculs précédents relatifs aux pertes de charge dues à la friction dans les tuyaux et aux obstacles au débit.

Dans les calculs précédents des pertes dynamiques dues à la friction, les diamètres internes de tous les tuyaux ont été tirés de l'«Analyse du système de ballast de l'Ocean Ranger», faite par Ralph W. Loomis, ingénieur d'ODECO.

Les facteurs de friction utilisés dans ce rapport s'appliquent à des tuyaux neufs en acier. Le facteur de friction correspondant au débit nominal de 2 000 gallons à la minute a été utilisé pour tous les débits considérés.

La chute de pression due à la friction peut être mise en équation avec une perte de charge ainsi : P = pgh.

$$\text{Perte de charge } h = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

1 Gallon/minute = 0,0631 litre/seconde

et encore, $V = \frac{Q}{A}$

$$V = \frac{0{,}0631 \times Q}{1000 \times \frac{kd^2}{4}} = 8{,}034 \times 10^{-5} \times \frac{Q}{d^2} \text{ m/s}$$

où
Q = débit (gallons par minute)
d = diamètre interne du tuyau (m)
$h = 3{,}290 \times 10^{-10} \times \frac{L}{d^5} \times Q^2 \times f$
L = longueur du tuyeau (m)

Tous les éléments des pertes dues à la friction ont été calculés sur micro-ordinateur à l'aide des formules ci-dessus. La longueur, le diamètre et le coefficient de friction constituaient les données d'entrée de chaque élément. Les résultats figurent aux Tableaux 1-14

pour la combinaison 1P/1R et la combinaison 1P/2R.

OBSTACLES AU DÉBIT

La chute de pression due aux obstacles dans un système de tuyauterie s'exprime par la formule suivante :

$$P = K \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{p}{1000} \text{ KN/m}^2$$

où
K = coefficient illimité
V = vitesse du fluide (m/seconde)
p = densité du fluide (kg/m³)

Ceci peut être mis en équation avec une perte de charge, où

$$\text{Perte de charge } h = K.\frac{V^2}{2g}$$

et, comme nous l'avons déjà vu, puisque

$$V = 8{,}034 \times 10^{-5} \times \frac{Q}{d^2}$$

$$\text{donc } h = K \times 3{,}290 \times 10^{-10} \times \frac{Q^2}{d^4}$$

Ici encore, chaque élément des pertes dues aux obstacles a été calculé sur micro-ordinateur. Le coefficient d'obstacle K, tel qu'indiqué ci-dessous, constituait la donnée d'entrée pour chaque élément; les résultats figurent aux Tableaux 1 à 14.

Perte dans la conduite d'aspiration à l'avant de la chambre des pompes :

1 x crépine	K = 0,10*
3 x coudes de 90°	K = 3 x 0,12
14 x coudes de 45°	K = 14 x 0,07
TOTAL	K = 1,44

*Source : Kempes Engineers Year Book 1977.

Perte dans l'aspiration nominale de 200 mm dans la chambre des pompes :

1 x robinet à papillon	K = 0,42
1 x expansion 200 – 450 mm	K = 0,65
TOTAL	K = 1,07

Perte dans l'aspiration nominale de 450 mm :

a) Collecteur 1 x embranchement de 90°	K = 0,90
TOTAL	K = 0,90

b) Embranchement jusqu'à la crapaudine

2 x embranchements de 90°	K = 2 x 0,90
1 x robinet à papillon	K = 0,42
TOTAL	K = 2,22

Perte dans l'aspiration nominale de 250 mm :

1 rétrécissement 400 – 250 mm	K = 0,38*
1 crapaudine	K = 1,31
1 robinet à papillon	K = 0,42
TOTAL	K = 2,11

Perte dans la conduite de refoulement nominale de 250 mm :

1 x soupape de retenue	K = 1,60
1 x coude de 90°	K = 0,22
1 x expansion 250 – 450 mm	K = 0,38
TOTAL	K = 2,20

Perte dans la conduite de refoulement nominale de 400 mm :

1 x embranchement de 90°	K = 0,90
9 x coudes de 90°	K = 9 x 0,30
2 x coudes de 45°	K = 2 x 0,16
1 x soupape de retenue	K = 1,60
Renvoi à l'atmosphère	K = 1,00
TOTAL	K = 6,52

PERTES TOTALES

La perte totale de charge dans le système est la somme des pertes dues à la friction et aux obstacles et elle est désignée «Hauteur dynamique» du système. Pour tenir compte du calcul des pertes de 1P/2R, on a doublé et la longueur de la conduite et les coefficients d'obstacles dans les parties du système non communes aux combinaisons 1P/1R et 1P/2R. De même, dans ces éléments, on a divisé la vitesse par deux relativement au débit dans la pompe et les conduites d'aspiration/refoulement communes.

La hauter dynamique totale du système est ajoutée à la hauteur statique totale pour obtenir la hauteur totale du système. De même, les hauteurs dynamique et statique du côté aspiration sont additionnées pour obtenir la hauteur d'aspiration totale. La hauteur totale du système et la hauteur d'aspiration totale sont les deux facteurs qui influent sur la performance de la pompe de ballast.

La hauteur du système est maximale lorsque l'eau du réservoir est au niveau de la crépine. De cette hauteur maximale peuvent être déduits les niveaux de liquide dans les réservoirs (voir les Figures 3-5) à différentes capacités et inclinaisons, et la hauteur nette résultante du système peut être comparée à la courbe hauteur-capacité de la pompe de ballast pour obtenir les débits nominaux à différents niveaux des réservoirs. On peut analyser de la même façon la hauteur d'aspiration pour différents niveaux des réservoirs afin de déterminer les limites imposées par la cavitation sur la capacité de pompage.

CAVITATION DES POMPES

En dernier lieu, l'aspiration est limitée au point où la chute de pression est telle qu'elle fait évaporer l'eau. Lorsque la température de l'eau est de 5VC, cette tension de vapeur équivaut approximativement à 0,9 KN/m². Dans des conditions stables, la pression exercée à la surface de l'eau est égale à la pression atmosphérique. Sur l'emplacement de l'*Ocean Ranger* la nuit du 14 au 15 février 1982, la pression atmosphérique était à son point le plus bas, soit environ 975 mb, ce qui équivaut à 97,5 KN/m² (1000 mb = 100 KN/m²)

Ainsi donc, la chute de pression maximale dans la conduite d'aspiration est égale à 97,5 – 0,9 = 96,6 KN/m²

et, en utilisant la formule $h = \frac{P}{pg}$

la hauteur d'aspiration équivalente pour l'eau salée $= \frac{96{,}6 \times 1000}{1025 \times 9{,}81}$

= 9,61 m (31,53 pieds)

Comme nous l'avons indiqué précédemment, toute pompe à hélice entraîné par rotor est limitée par la cavitation à une hauteur d'aspiration inférieure à la tension de vapeur statique de l'eau pompée. Cette réduction de la hauteur est désignée HAPN (hauteur d'aspiration positive nette) et se rapporte au «débit multiplié par la vitesse au carré» selon la formule suivante :

$$\frac{\text{litres/sec} \times (\text{tr/min})^2}{\text{HAPN}^{1.5}} = \text{constante}$$

Ce qui peut également s'exprimer ainsi :

$$\frac{\text{Gal/min} \times \text{tr/min}^2}{\text{HAPN}^{1.5}} = \text{constante}$$

Le renvoi à la courbe HAPN 10P des hélices de Layne and Bowler (reproduite à la Figure 2) indique qu'à 4000 gallons par minute, HAPN = 28 pieds environ, et qu'à 3000 gallons par minute HAPN = 19 pieds approximativement.

En utilisant 300 gallons/minute comme base

$$\frac{3000 \times 1770^2}{19^{1.5}} = 1{,}135 \times 10^9$$

Ainsi donc :

$$\frac{4000 \times 1770^2}{\text{HAPN}^{1.5}} = 1{,}135 \times 10^9$$

HAPN à 4000 GALLONS/MINUTE = 23pieds

On croit que cette différence dans les HAPN calculée et réelle est due aux conditions de refoulement ayant une incidence sur la cavitation à des débits élevés et conséquemment sur les faibles hauteurs du système.

Étant donné qu'on ne dispose pas de données supplémentaires sur la HAPN, on suggère d'utiliser comme base HAPN = 19 pieds à 3000 gallons/minute pour calculer HAPN à des débits moindres, en utilisant le rapport ci-dessous et ainsi calculer la hauteur d'aspiration disponible.

GALLONS/MINUTE	HAPN (m)	Hauteur d'aspiration disponible (m)
1000	2,78	6,83
1250	3,23	6,38
1500	3,65	5,96
1750	4,04	5,57
2000	4,42	5,19
2250	4,78	4,83
2500	5,13	4,48
2750	5,46	4,15
3000	5,79	3,82

Puisque le débit est proportionnel à la hauteur totale du système, le débit provenant des réservoirs sera conforme à ce rapport jusqu'au point ou la hauteur d'aspiration requise deviendra supérieure à la hauteur d'aspiration disponible, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il y ait cavitation.

ANALYSE DE LA CAPACITÉ DES POMPES

Les Tableaux 1 à 14 donnent la hauteur totale du système et la hauteur d'aspiration totale pour des débits de 0 à 3000 gallons par minute à différentes assiettes de 0° à 12° par l'avant et à différents niveaux de liquide dans les réservoirs. Les Tableaux 1 à 7 se rapportent au pompage en configuration 1P/1R et les Tableaux 8 à 14, en configuration 1P/2R.

La hauteur totale du système en pompant les réservoirs 2 et 3 a été comparée graphiquement à la courbe hauteur capacité de Layne and Bowler pour des combinaisons 1P/1R et 1P/2R à différents niveaux des réservoirs et angles d'assiette avant. Les Figures 6 et 7 montrent ces courbes dans le cas d'une assiette nulle; des courbes semblables ont été préparées pour des assiettes de 2° à 12° vers l'avant. Ainsi donc, les points d'intersection donnent les courbes de débit nominal *vs* le pourcentage de la capacité totale des réservoirs dans le cas des configurations 1P/1R et 1P/2R à toutes les assiettes avant, courbes qui sont reproduites aux Figures 8 et 9. Comme nous l'avons déjà mentionné, ces courbes ne sont valides que lorsque la cavitation est nulle, c'est-à-dire tant que la hauteur d'aspiration est inférieure à la hauteur d'aspiration disponible au point de cavitation du rotor de la pompe.

Afin de déterminer le point de cavitation du rotor de la pompe, on doit tracer la courbe de hauteur d'aspiration disponible pour une cavitation nulle en regard des courbes de hauteur d'aspiration requise à différents niveaux des réservoirs. Ce tracé est fourni à la Figure 10 pour les configurations 1P/1R et 1P/2R à une assiette nulle dans le cas des réservoirs 2 et 3 à 100% de leur capacité. Ce graphique montre que pour la combinaison 1P/1R, il y aura cavitation à n'importe quel débit excédant 2 750 gallons par minute, alors que dans le cas de la combinaison 1P/2R il y aura cavitation dans ces conditions uniquement à un débit excédant la gamme considérée.

En se rapportant de nouveau à la Figure 8, on peut constater qu'à une assiette nulle, les débits «sans cavitation» dans la pompe dans le cas d'une combinaison 1P/1R va de 2 325 gallons par minute le réservoir étant vide, à 2 590 gallons par minute le réservoir étant plein. Donc, puisque ce débit nominal est inférieur, à pleine capacité, au débit qui peut entrainer la cavitation, on peut conclure que la pompe ne produira pas de cavitation dans les conditions de pompage où le réservoir est plein et l'assiette de la plate-forme nulle. Cela s'applique également à une combinaison 1P/2R lorsque l'assiette est nulle, étant donné que les débits nominaux vont de 2 430 gallons par minute le réservoir étant vide, à 2 700 gallons par minute le réservoir étant plein. Afin de déterminer à quelle combinaison de capacité de réservoir et d'assiette avant la cavitation se produira vraisemblablement, on doit refaire l'exercice illustré à la Figure 10 pour les autres niveaux de liquide et assiettes. Ces calculs sont reproduits sous forme de graphiques pour toutes les assiettes aux Figures 11 et 12, tant pour la combinaison 1P/1R que pour la combinaison 1P/2R.

Les Figures 11a et 12a présentent un tracé comparatif de la courbe de débit nominal et de la courbe de débit admissible dans le cas d'une cavitation nulle pour les combinaisons 1P/1R et 1P/2R à une assiette nulle, relativement aux réservoirs 2 et 3. Des tracés comparatifs ont également été établis pour d'autres angles d'assiette avant. Pourvu que le débit nominal n'excède pas le débit admissible, il n'y aura pas de cavitation avant que le niveau de l'eau du réservoir n'atteigne le point d'intersection des courbes admissible et nominal. Le pourcentage de la capacité du réservoir peut être comparé au niveau du réservoir en se rapportant à la Figure 4.

Ainsi, le tracé comparatif fait de la manière indiquée ci-dessus entre les Figures 8 et 11 et les Figures 9 et 12, donne les résultats suivants :

A) 1 POMPE/1 RÉSERVOIR

À une assiette de 0°, la cavitation commencera lorsque la capacité des réservoirs 2 et 3 sera approximativement de 93% ce qui correspond à un niveau, dans les réservoirs, de quelque 8,1 mètres (26,6 pieds).

À une assiette avant de 2° et plus, il y aura cavitation à tous les niveaux des réservoirs.

B) 1 POMPE/2 RÉSERVOIRS

À une assiette de 0°, la cavitation commencera lorsque la capacité des réservoire 2 et 3 sera approximativement de 38% ce qui correspond à un niveau de quelque 3,1 mètres (10,2 pieds).

À une assiette avant de 2°, la cavitation commencera à quelque 77% de la capacité, ce qui correspond à un niveau de 5,8 mètres (19,0 pieds) environ.

À une assiette avant de 4°, la cavitation commencera à une capacité approximative de 94%, ce qui correspond à un niveau de 8,5 mètres (27,9 pieds) environ.

À une assiette avant excédant 6°, il y aura cavitation à tous les niveaux des réservoirs.

Comme on peut le constater, afin d'éviter qu'il y ait cavitation de la pompe à tous les niveaux des réservoirs et à une assiette avant nulle, la pompe doit fonctionner au plus à quelque 1 630 gallons par minute le réservoir étant vide en configuration 1P/1R, et à 2 030 gallons par minute le réservoir étant vide en configuration 1P/2R. En raison du régime constant du moteur de la pompe de ballast, il est impossible que la pompe atteigne ces débits inférieurs. Le seul moyen d'atteindre des débits moindres consiste à réduire en quelque sorte le refoulement, ce qui produit une hauteur de refoulement artificielle élevée tout en ne modifiant pas la hauteur d'aspiration. Étant donné que le débit est proportionnel à la hauteur totale du système, cela entrainerait l'effet voulu sur les débits de pompage. Au moment de la rédaction de ce rapport, nous ne possédons aucune donnée nous permettant de croire que l'*Ocean Ranger* disposait d'un moyen quelconque de réduire le refoulement. Ainsi donc, nous concluons que les pompes de ballasts de l'*Ocean Ranger*, compte tenu de leur emplacement et des caractéristiques de la tuyauterie, avaient une trop grande capacité lorsqu'on pompait à partir d'un réservoir avec une pompe et possiblement à partir de deux réser-

voirs simultanément. C'est pratique normale de choisir une pompe de ballast en fonction de la hauteur d'aspiration requise tout en conservant une certaine marge au-delà de la HAPN de la pompe, étant donné que le fonctionnement au point de cavitation ou au-delà de ce point produit du bruit et des vibrations, ainsi qu'une usure rapide des surfaces métalliques en contact. La hauteur d'aspiration nette de fonctionnement est généralement établie entre 5 m et 7 m avec une marge de sécurité de 2 m et plus en ce qui concerne la HAPN. Toute pompe aspirante sera enfin limitée à un point ou la hauteur d'aspiration statique (débit nul) est égale à la tension de vapeur du liquide pompé. Dans le cas de l'eau, cela a été démontré (section 6) comme étant une hauteur d'aspiration de 9,61 m. La Figure 13 montre un tracé de l'angle d'assiette avant compare à la capacité exprimée en pourcentage des réservoirs 1, 2 et 3 au-delà de laquelle aucune aspiration n'est possible. On doit se rappeler que ces courbes indiquent la perte d'aspiration finale à un débit nul, et l'on ne doit pas conclure que ces courbes sont, d'une façon ou d'une autre, représentatives de la capacité réelle du système de ballasts de l'*Ocean Ranger*, capacité qui serait, même dans le cas d'une installation neuve, inférieure aux chiffres théoriques. Ces chiffres pourraient même être moins représentatifs du système après 6 ans d'exploitation.

[Note du rédacteur : Avec l'approbation de l'auteur, certains changements ont été apportés à ce rapport pour faciliter la publication.]

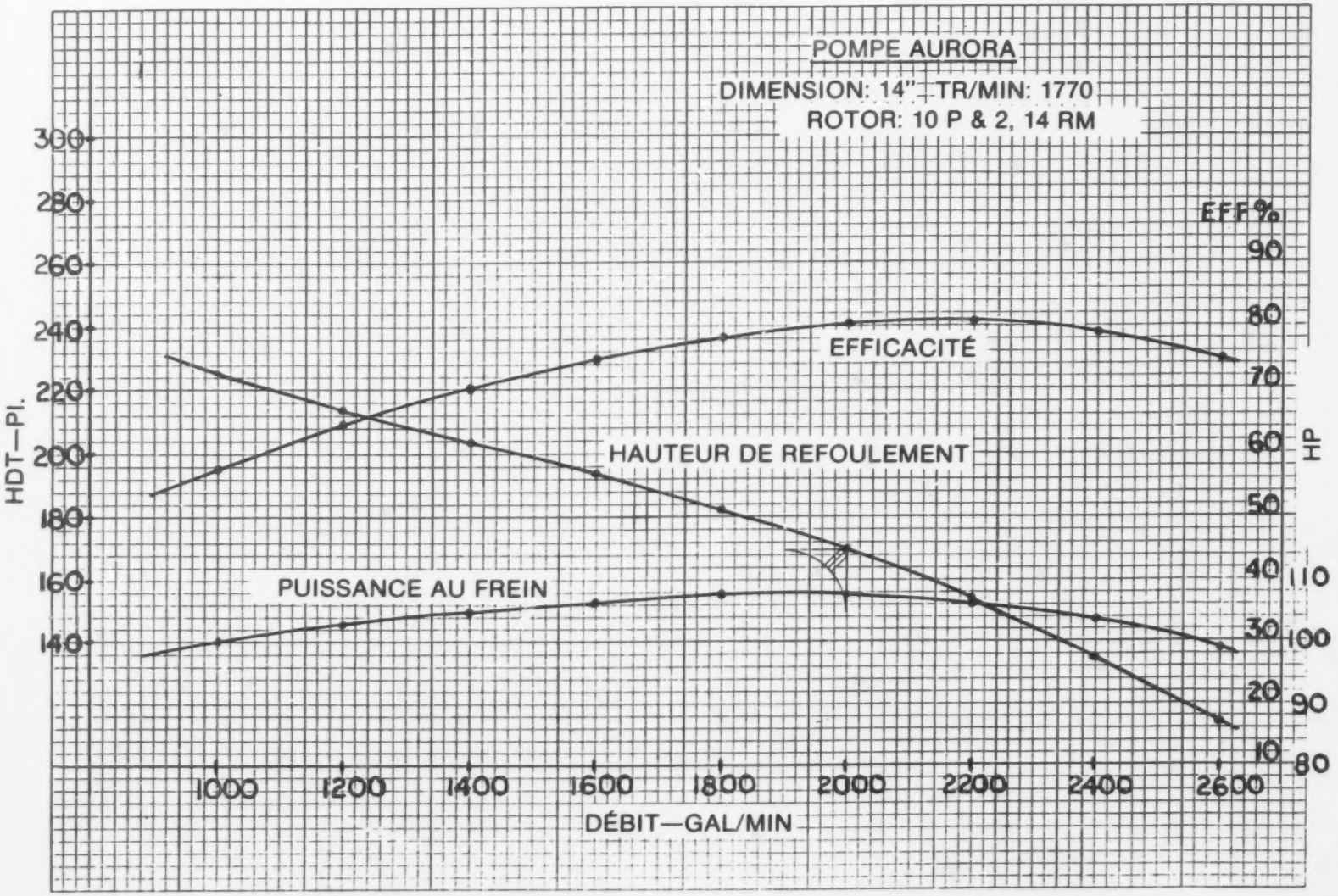

POMPE AURORA
DIMENSION: 14" TR/MIN: 1770
ROTOR: 10 P & 2, 14 RM
EFFICACITÉ
HAUTEUR DE REFOULEMENT
PUISSANCE AU FREIN
HDT—PI.
EFF%
HP
DÉBIT—GAL/MIN
300
280
260
240
220
200
180
160
140
90
80
70
60
50
40
30
20
10
110
100
90
80
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2200
2400
2600

FIGURE 1

DATED NOVEMBER 1972

PROPELLER

10P

IMP. DIA.	SHUT-OFF HEAD	SHUT-OFF HP	"K" FACTOR
A	51.9	53.0	34.7
B	51.1	51.3	34.7
C	50.5	42.1	34.7
D	49.8	30.4	34.7

MAX. SPHERES - 0.8
IMP. PATT. NO. - 10P
CASE PATT. NO. - 10P2

1770 R.P.M.

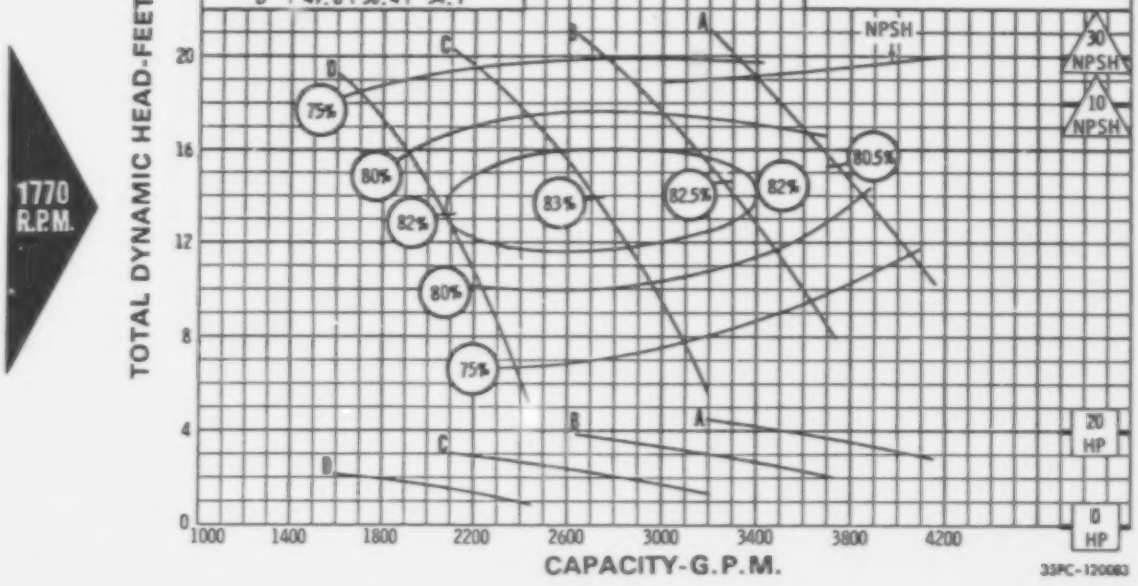


FIGURE 2

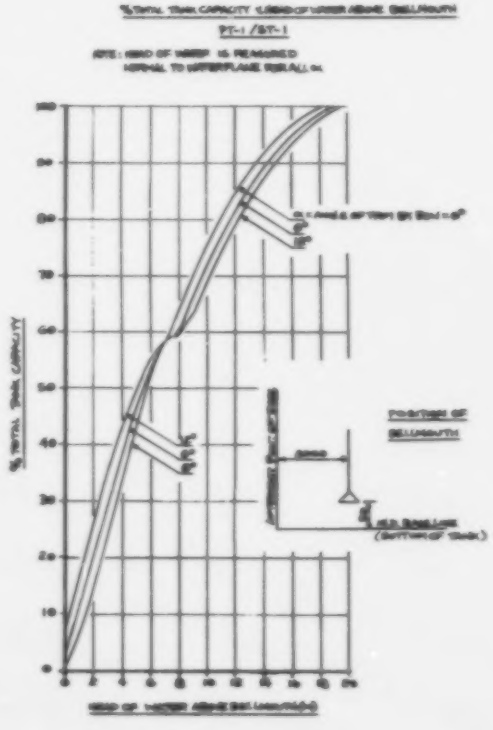


FIG. 3

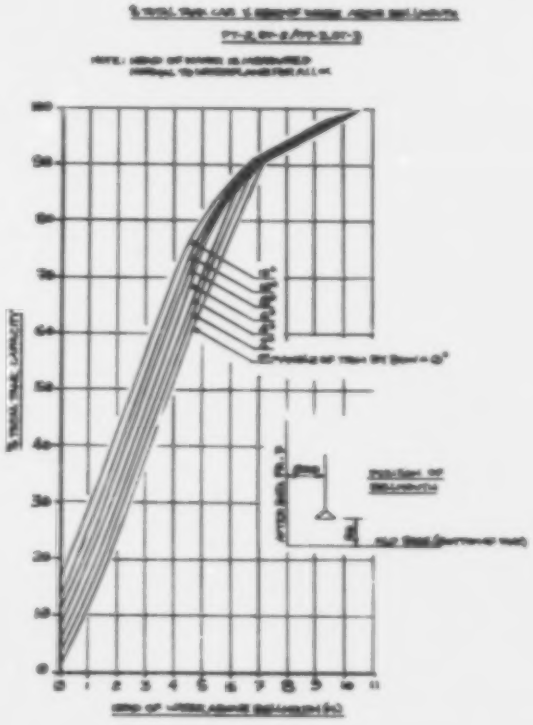


FIG.4

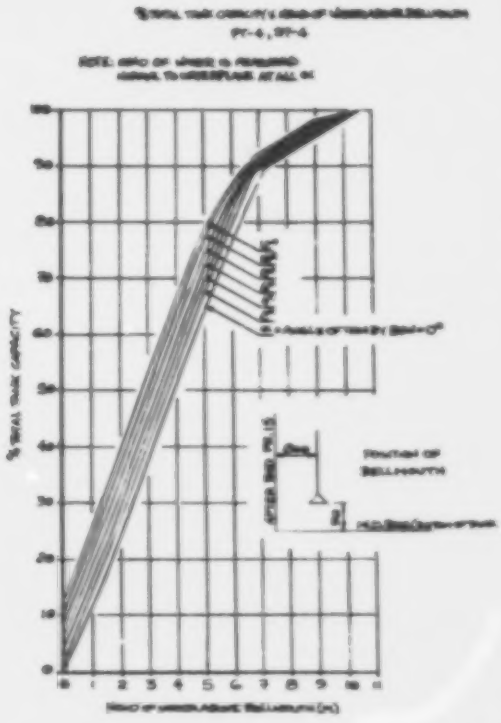


FIG.5

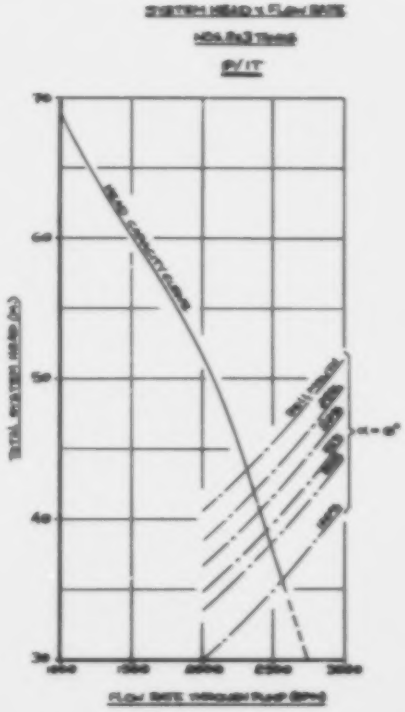


FIG.6

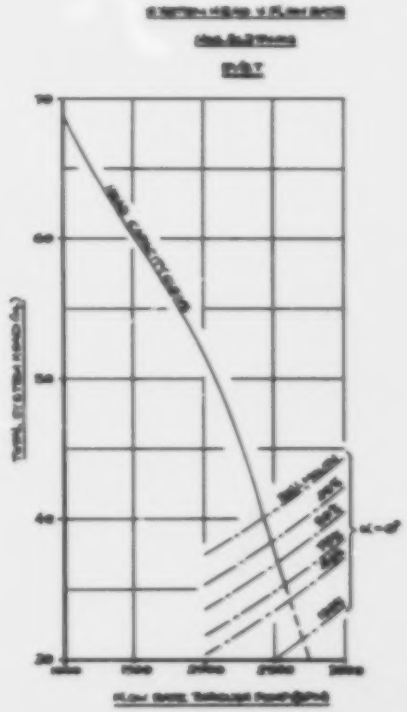


FIG.7

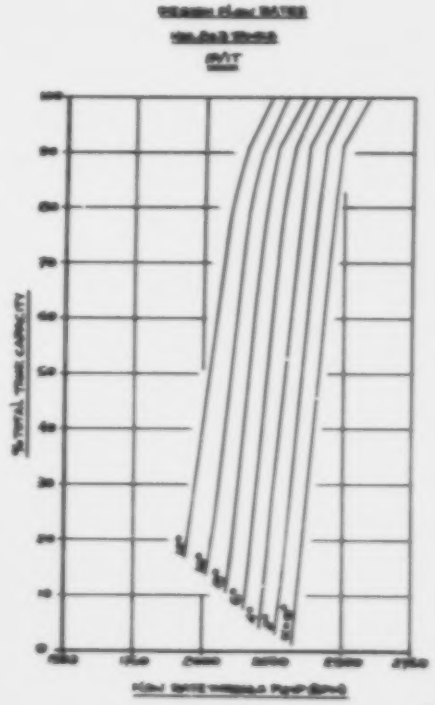


FIG.8

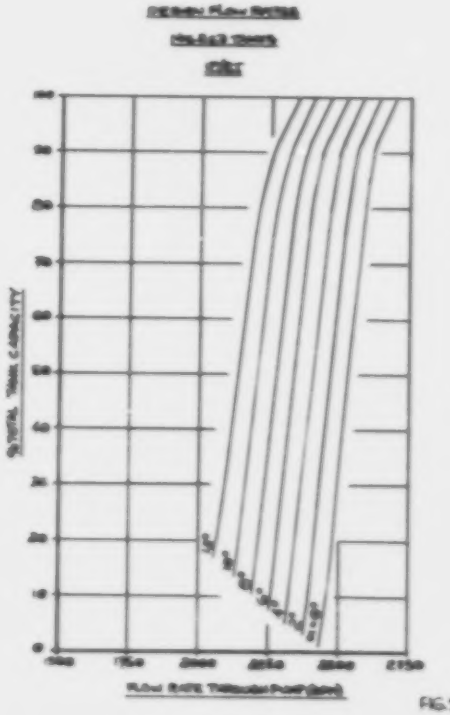


FIG.9

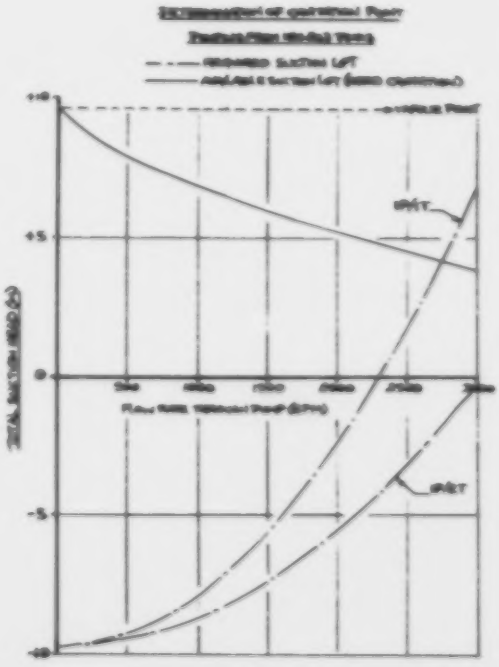


FIG.10

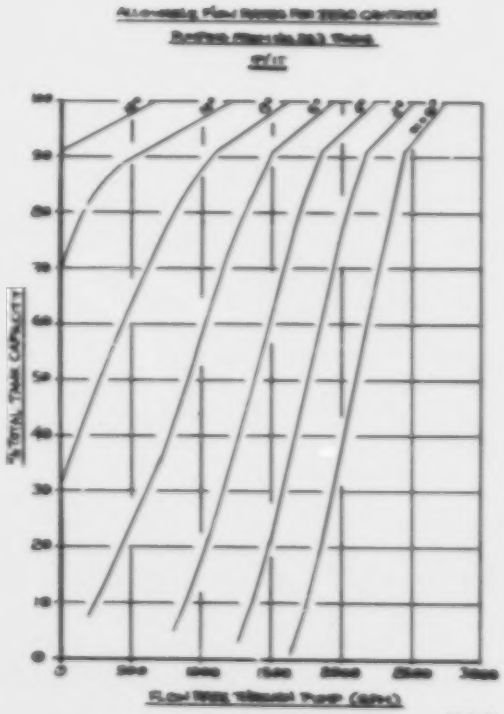


FIG.11

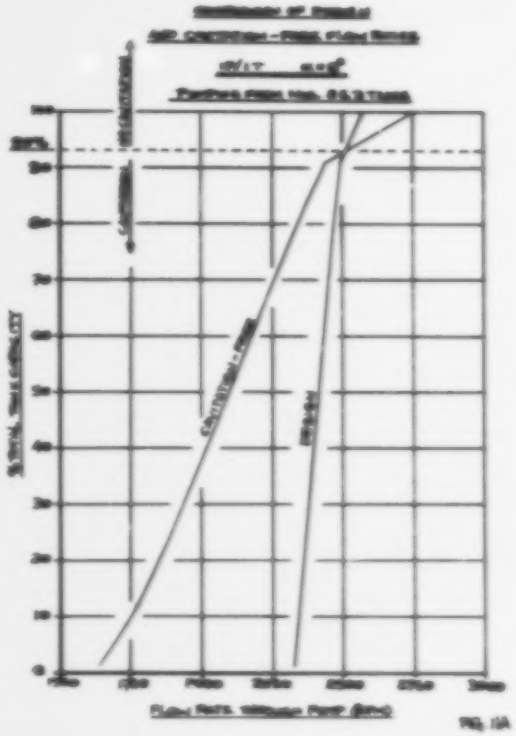


FIG. 11A

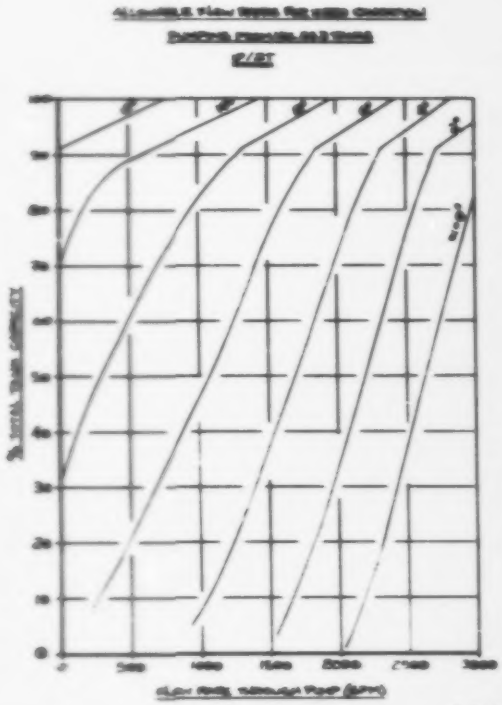


FIG. 12

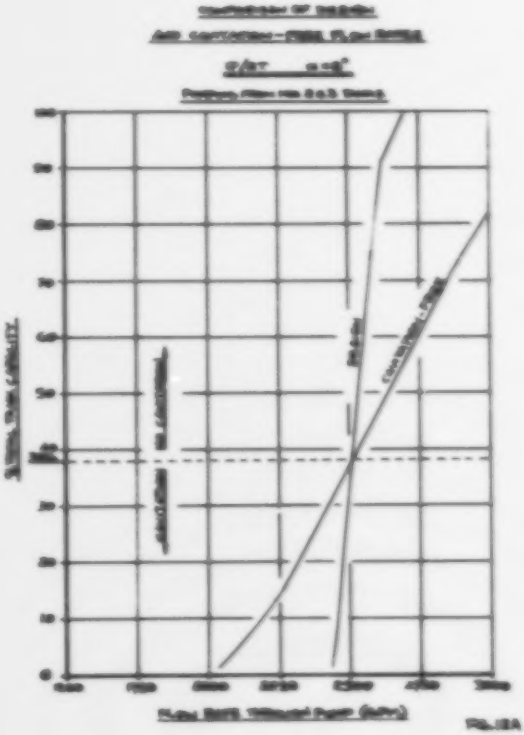


FIG. 13A

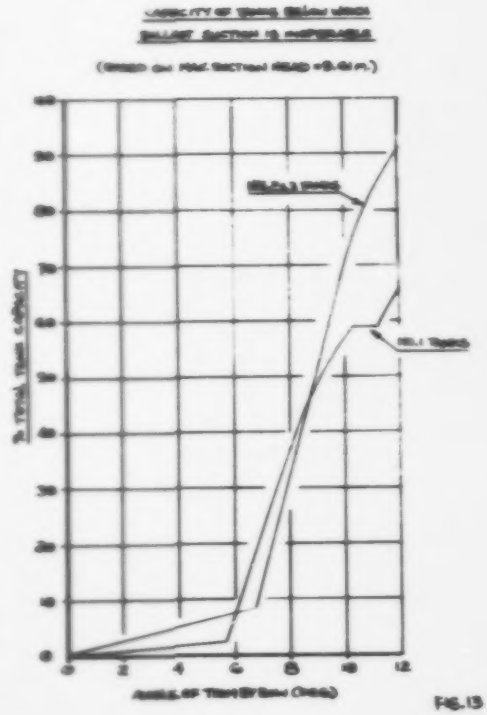


FIG. 13

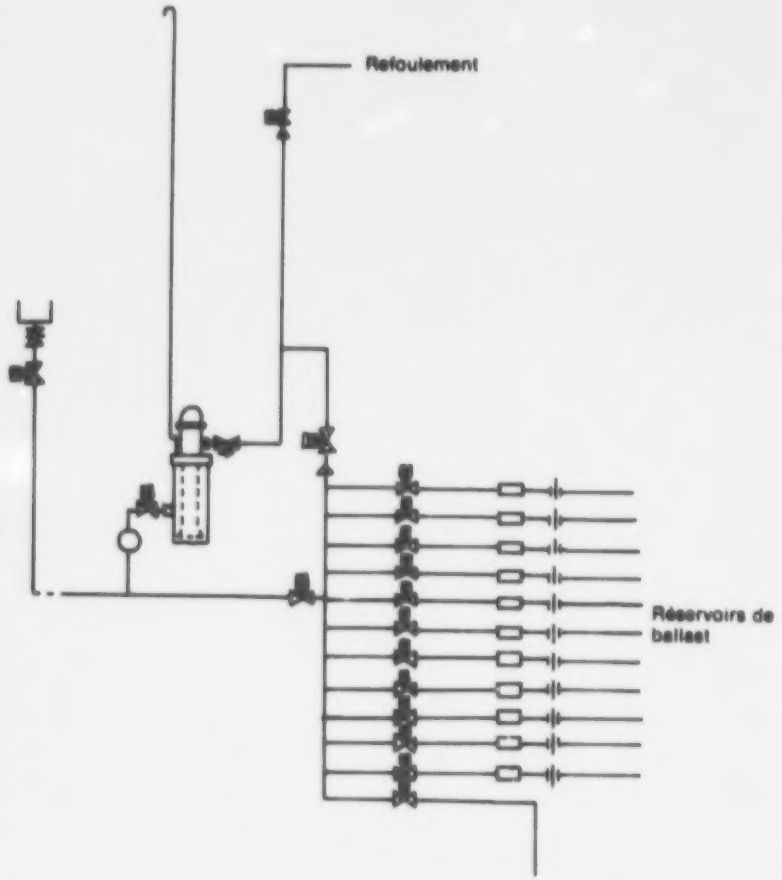


FIGURE 14

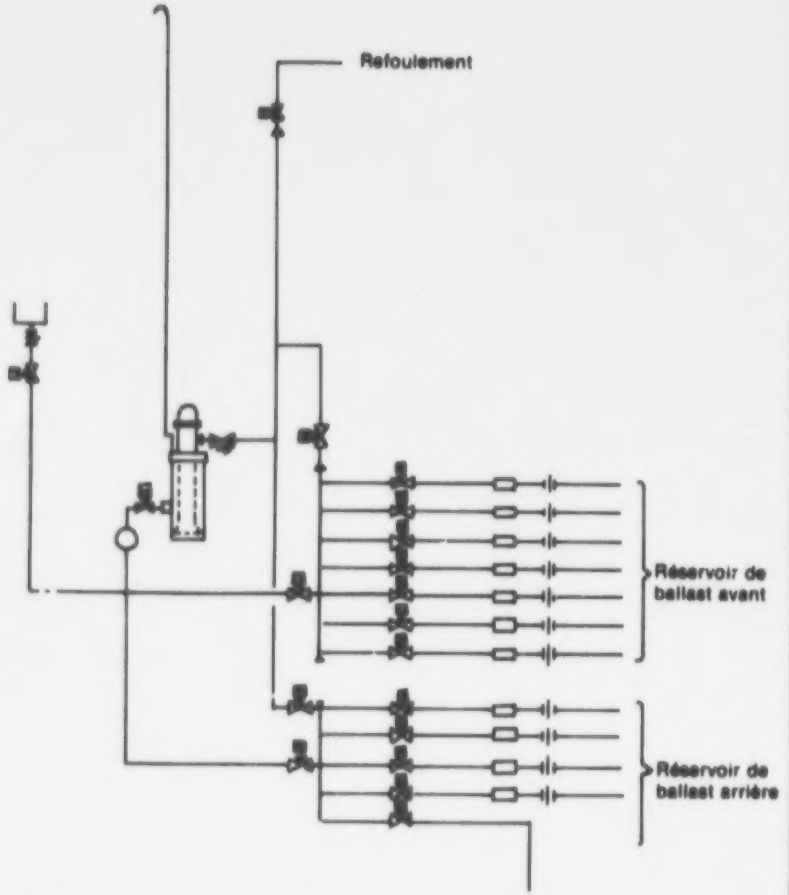


FIGURE 15

TABLEAUX 1 à 14: ANALYSE DU SYSTÈME DE BALLAST DE L'OCEAN RANGER

TABLE 1

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and section system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	section in pontoon	section in pumproom	section in manifold	section in pumproom	section in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	70.25	1.80	2.60	2.60	0.95	3.90	49.60
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	3.83	3.83	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.58	0.58	0.24	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
H(f) friction	6.12	0.13	0.10	0.09	0.86	0.25	2.86
H(c)+construction	1.44	1.87	0.98	2.22	2.11	2.20	6.52
H(t) total	7.56	1.21	1.08	2.31	2.17	2.45	9.58
dynamic head (metres)	5.65	0.91	0.84	0.89	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	31.91	31.91	0.00	0.83	0.83
200	0.14	31.91	32.05	0.12	0.83	0.94
500	0.54	31.91	32.45	0.46	0.83	1.29
750	1.22	31.91	33.13	1.04	0.83	1.86
1000	2.17	31.91	34.08	1.84	0.83	2.67
1250	3.39	31.91	35.30	2.88	0.83	3.70
1500	4.88	31.91	36.79	4.14	0.83	4.97
1750	6.64	31.91	38.55	5.64	0.83	6.46
2000	8.67	31.91	40.58	7.36	0.83	8.19
2250	10.97	31.91	42.88	9.32	0.83	10.14
2500	13.54	31.91	45.45	11.50	0.83	12.33
2750	16.39	31.91	48.30	13.92	0.83	14.75
3000	19.50	31.91	51.41	16.57	0.83	17.39

static total head = 31.91

static suction head = .825

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 0

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	31.91	29.81	28.84	26.13	24.79	21.38	0.83	-1.28	-2.03	-4.96	-6.30	-9.74
250	32.05	29.95	28.30	26.27	24.93	21.47	0.94	-1.16	-2.91	-4.84	-6.16	-9.64
500	32.45	30.35	28.68	26.67	25.33	21.87	1.29	-0.81	-2.56	-4.49	-5.83	-9.29
750	33.13	31.03	29.20	27.35	26.01	22.55	1.86	-0.24	-1.99	-3.92	-5.26	-8.72
1000	34.08	31.98	30.23	28.38	26.96	23.50	2.67	0.57	-1.18	-3.11	-4.45	-7.91
1250	35.30	33.20	31.48	29.52	28.18	24.72	3.70	1.60	-0.15	-2.08	-3.42	-6.88
1500	36.79	34.69	32.94	31.01	29.67	26.21	4.97	2.87	1.12	-0.61	-2.15	-5.61
1750	38.55	36.45	34.70	32.77	31.43	27.97	6.46	4.36	2.61	0.88	-0.66	-4.12
2000	40.58	38.48	36.73	34.80	33.46	30.00	8.19	6.09	4.34	2.61	1.07	-2.39
2250	42.88	40.78	39.03	37.10	35.76	32.30	10.14	8.04	6.29	4.34	2.80	-0.44
2500	45.45	43.35	41.60	39.67	38.33	34.87	12.33	10.23	8.48	6.33	4.51	1.75
2750	48.30	46.20	44.45	42.52	41.18	37.72	14.75	12.65	10.90	8.97	7.63	4.17
3000	51.41	49.31	47.56	45.63	44.29	40.83	17.39	15.29	13.54	11.61	10.27	6.81

TABLE 2

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 3000 gpm

description of pipe system	section in pontoon	section in pumproom	section in manifold	section in pumproom	section in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	70.25	1.80	2.60	2.60	0.95	3.90	49.60
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	3.83	3.83	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.58	0.58	0.24	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
H(f) friction	6.12	0.14	0.10	0.09	0.86	0.25	2.86
H(c)+construction	1.44	1.87	0.98	2.22	2.11	2.20	6.52
H(t) total	7.56	1.21	1.08	2.31	2.17	2.45	9.58
dynamic head (metres)	5.65	0.91	0.84	0.89	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	34.20	34.20	0.00	3.45	3.45
250	0.14	34.20	34.33	0.12	3.45	3.57
500	0.54	34.20	34.74	0.46	3.45	3.91
750	1.22	34.20	35.42	1.04	3.45	4.49
1000	2.17	34.20	36.37	1.84	3.45	5.29
1250	3.39	34.20	37.58	2.88	3.45	6.33
1500	4.88	34.20	39.07	4.14	3.45	7.59
1750	6.64	34.20	40.84	5.64	3.45	9.09
2000	8.67	34.20	42.87	7.36	3.45	10.81
2250	10.97	34.20	45.17	9.32	3.45	12.77
2500	13.54	34.20	47.74	11.50	3.45	14.96
2750	16.39	34.20	50.59	13.92	3.45	17.37
3000	19.50	34.20	53.70	16.57	3.45	20.02

static total head = 34.1986

static suction head = 3.45154

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 2

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	34.20	32.31	30.53	28.67	27.28	23.82	3.45	1.56	-0.22	-2.08	-3.53	-6.92
250	34.33	32.44	30.66	28.80	27.33	23.95	3.57	1.68	-0.10	-1.96	-3.43	-6.81
500	34.74	32.85	31.07	29.21	27.74	24.36	3.91	2.02	0.26	-1.62	-3.09	-6.47
750	35.42	33.53	31.75	29.89	28.42	25.04	4.49	2.60	0.82	-1.04	-2.51	-5.89
1000	36.37	34.48	32.70	30.84	29.37	25.99	5.29	3.40	1.62	-0.24	-1.71	-5.09
1250	37.58	35.69	33.91	32.05	30.58	27.20	6.33	4.44	2.66	0.80	-0.67	-4.05
1500	39.07	37.18	35.40	33.54	32.07	28.69	7.59	5.70	3.92	2.06	0.59	-2.79
1750	40.84	38.95	37.17	35.31	33.84	30.46	9.09	7.20	5.42	3.56	2.09	-1.29
2000	42.87	40.98	39.20	37.34	35.87	32.49	10.81	8.92	7.14	5.28	3.81	-0.43
2250	45.17	43.28	41.50	39.64	38.17	34.79	12.77	10.68	9.10	7.24	5.77	1.19
2500	47.74	45.85	44.07	42.21	40.74	37.26	14.96	13.07	11.29	9.43	7.96	3.51
2750	50.59	48.70	46.92	45.06	43.59	40.21	17.37	15.48	13.70	11.84	10.37	6.99
3000	53.70	51.81	50.03	48.17	46.70	43.32	20.02	18.13	16.35	14.49	13.02	9.64

TABLE 3

analysis of ocean ranger ballast system
****

calculation of total system and suction system heads   flow rate = 2300 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	78.25	1.85	2.40	2.40	0.95	2.98	49.00
diameter (m)	.3047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	3.03	3.03	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds *10^-6	0.50	0.50	0.24	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
h(f) friction	6.12	0.14	0.10	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)constriction	1.44	1.07	0.90	2.22	2.11	2.20	6.52
h(f) total	7.56	1.21	1.00	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	5.65	0.91	0.84	0.89	0.60	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	36.45	36.45	0.00	6.07	6.07
250	0.14	36.45	36.58	0.12	6.07	6.19
500	0.54	36.45	36.99	0.46	6.07	6.53
750	1.22	36.45	37.66	1.04	6.07	7.11
1000	2.17	36.45	38.61	1.84	6.07	7.91
1250	3.39	36.45	39.83	2.88	6.07	8.95
1500	4.88	36.45	41.32	4.14	6.07	10.22
1750	6.64	36.45	43.08	5.64	6.07	11.71
2000	8.67	36.45	45.11	7.36	6.07	13.44
2250	10.97	36.45	47.42	9.32	6.07	15.39
2500	13.54	36.45	49.99	11.50	6.07	17.58
2750	16.39	36.45	52.83	13.92	6.07	19.99
3000	19.50	36.45	55.95	16.57	6.07	22.64

static total head = 36.4456   static suction head = 6.07187

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 4

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	36.45	34.82	32.99	31.13	29.57	26.28	6.07	4.44	2.61	0.75	-0.81	-4.10
250	36.58	34.92	33.12	31.26	29.70	26.41	6.19	4.56	2.73	0.87	-0.69	-3.98
500	36.99	35.34	33.53	31.67	30.11	26.82	6.53	4.90	3.07	1.21	-0.35	-3.64
750	37.66	36.03	34.20	32.34	30.78	27.49	7.11	5.48	3.65	1.79	0.23	-3.06
1000	38.61	36.98	35.15	33.29	31.73	28.44	7.91	6.28	4.45	2.59	1.03	-2.26
1250	39.83	38.20	36.37	34.51	32.95	29.66	8.95	7.32	5.49	3.63	2.07	-1.22
1500	41.32	39.69	37.86	36.00	34.44	31.15	10.22	8.59	6.76	4.90	3.34	0.05
1750	43.08	41.45	39.62	37.76	36.20	32.91	11.71	10.08	8.25	6.39	4.83	1.54
2000	45.11	43.48	41.65	39.79	38.23	34.94	13.44	11.81	9.98	8.12	6.56	3.27
2250	47.42	45.79	43.96	42.10	40.54	37.25	15.39	13.76	11.93	10.07	8.51	5.22
2500	49.99	48.36	46.53	44.67	43.11	39.82	17.58	15.95	14.12	12.26	10.70	7.41
2750	52.83	51.20	49.37	47.51	45.95	42.66	19.99	18.36	16.53	14.67	13.11	9.82
3000	55.95	54.32	52.49	50.63	49.07	45.78	22.64	21.01	19.18	17.32	15.76	12.47

TABLE 4

analysis of ocean ranger ballast system
****

calculation of total system and suction system heads   flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	78.25	1.85	2.40	2.40	0.95	3.98	49.00
diameter (m)	.3047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	3.03	3.03	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds *10^-6	0.50	0.50	0.24	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
h(f) friction	6.12	0.14	0.10	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)constriction	1.44	1.07	0.90	2.22	2.11	2.20	6.52
h(f) total	7.56	1.21	1.00	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	5.65	0.91	0.84	0.89	0.60	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	38.65	38.65	0.00	8.69	8.69
250	0.14	38.65	38.78	0.12	8.69	8.80
500	0.54	38.65	39.19	0.46	8.69	9.15
750	1.22	38.65	39.87	1.04	8.69	9.72
1000	2.17	38.65	40.82	1.84	8.69	10.53
1250	3.39	38.65	42.03	2.88	8.69	11.56
1500	4.88	38.65	43.52	4.14	8.69	12.83
1750	6.64	38.65	45.29	5.64	8.69	14.33
2000	8.67	38.65	47.32	7.36	8.69	16.05
2250	10.97	38.65	49.62	9.32	8.69	18.01
2500	13.54	38.65	52.19	11.50	8.69	20.19
2750	16.39	38.65	55.04	13.92	8.69	22.61
3000	19.50	38.65	58.15	16.57	8.69	25.26

static total head = 38.6482   static suction head = 8.68801

pumping tank 2 or 3

1 Pump : 1 Tank

Trim in degs. = 4

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	38.65	37.23	35.45	33.62	31.87	28.68	8.69	7.27	5.49	3.66	1.91	-1.28
250	38.78	37.36	35.58	33.75	32.00	28.81	8.80	7.38	5.60	3.77	2.02	-1.17
500	39.19	37.77	35.99	34.16	32.41	29.22	9.15	7.73	5.95	4.12	2.37	-0.82
750	39.87	38.45	36.67	34.84	33.09	29.90	9.72	8.30	6.52	4.69	2.94	-0.25
1000	40.82	39.40	37.62	35.79	34.04	30.85	10.53	9.11	7.33	5.50	3.75	0.56
1250	42.03	40.61	38.83	37.00	35.25	32.06	11.56	10.14	8.36	6.53	4.78	1.59
1500	43.52	42.10	40.32	38.49	36.74	33.55	12.83	11.41	9.63	7.80	6.05	2.86
1750	45.29	43.87	42.09	40.26	38.51	35.32	14.33	12.91	11.13	9.30	7.55	4.36
2000	47.32	45.90	44.12	42.29	40.54	37.35	16.05	14.63	12.85	11.02	9.27	6.08
2250	49.62	48.20	46.42	44.59	42.84	39.65	18.01	16.59	14.81	12.98	11.23	8.04
2500	52.19	50.77	48.99	47.16	45.41	42.22	20.19	18.77	16.99	15.16	13.41	10.22
2750	55.04	53.62	51.84	50.01	48.26	45.07	22.61	21.19	19.41	17.58	15.83	12.64
3000	58.15	56.73	54.95	53.12	51.37	48.18	25.26	23.84	22.06	20.23	18.48	15.29

TABLE 5

analysis of ocean ranger ballast system
****

calculation of total system and suction system heads   flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	70.25	1.00	2.60	2.40	0.75	3.90	49.00
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	3.03	3.03	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds *10^-6	0.58	0.58	0.24	0.24	0.40	0.40	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
h(f) friction	6.12	0.14	0.10	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)constriction	1.44	1.07	0.90	2.22	2.11	2.20	6.52
h(t) total	7.56	1.21	1.00	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	5.63	0.91	0.84	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	40.00	40.00	0.00	11.29	11.29
250	0.14	40.00	40.94	0.12	11.29	11.41
500	0.54	40.00	41.35	0.44	11.29	11.75
750	1.22	40.00	42.02	1.04	11.29	12.33
1000	2.17	40.00	42.97	1.04	11.29	13.13
1250	3.39	40.00	44.19	2.00	11.29	14.17
1500	4.80	40.00	45.60	4.14	11.29	15.43
1750	6.64	40.00	47.44	5.64	11.29	16.93
2000	8.67	40.00	49.47	7.36	11.29	18.66
2250	10.97	40.00	51.77	9.32	11.29	20.61
2500	13.54	40.00	54.35	11.50	11.29	22.80
2750	16.39	40.00	57.19	13.92	11.29	25.21
3000	19.50	40.00	60.31	16.57	11.29	27.86

static total head = 40.0037

static suction head = 11.2932

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 0

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	40.00	39.61	37.03	35.90	34.12	31.04	11.29	10.10	8.32	6.47	4.61	1.53
250	40.94	39.75	37.97	36.12	34.26	31.18	11.41	10.22	8.44	6.59	4.73	1.65
500	41.35	40.16	38.38	36.53	34.67	31.59	11.75	10.56	8.78	6.93	5.07	1.99
750	42.02	40.83	39.05	37.20	35.34	32.26	12.33	11.14	9.36	7.51	5.65	2.57
1000	42.97	41.78	40.00	38.15	36.29	33.21	13.13	11.94	10.16	8.31	6.45	3.37
1250	44.19	43.00	41.22	39.37	37.51	34.43	14.17	12.98	11.20	9.35	7.49	4.41
1500	45.60	44.49	42.71	40.86	39.00	35.92	15.43	14.24	12.46	10.61	8.75	5.67
1750	47.44	46.25	44.47	42.62	40.76	37.68	16.93	15.74	13.96	12.11	10.25	7.17
2000	49.47	48.28	46.50	44.65	42.79	39.71	18.66	17.47	15.69	13.84	11.98	8.90
2250	51.77	50.58	48.80	46.95	45.09	42.01	20.61	19.42	17.64	15.79	13.93	10.85
2500	54.35	53.16	51.38	49.53	47.67	44.59	22.80	21.61	19.83	17.98	16.12	13.04
2750	57.19	56.00	54.22	52.37	50.51	47.43	25.21	24.02	22.24	20.39	18.53	15.45
3000	60.31	59.12	57.34	55.49	53.63	50.55	27.86	26.67	24.89	23.04	21.18	18.10

TABLE 6

analysis of ocean ranger ballast system
****

calculation of total system and suction system heads   flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	73.25	1.00	2.60	2.40	0.95	3.90	49.02
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	381
velocity (m/s)	3.03	3.03	0.86	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds *10^-6	0.58	0.58	0.24	0.24	0.40	5.40	0.27
friction factor	.016	.016	.016	.016	.016	.016	.016
h(f) friction	6.12	0.14	0.10	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)constriction	1.44	1.07	0.90	2.22	2.11	2.20	6.52
h(t) total	7.56	1.21	1.00	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	5.65	0.91	0.84	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	42.91	42.91	0.00	13.88	13.88
250	0.14	42.91	43.04	0.12	13.88	14.00
500	0.54	42.91	43.45	0.46	13.88	14.34
750	1.22	42.91	44.13	1.04	13.88	14.92
1000	2.17	42.91	45.08	1.84	13.88	15.72
1250	3.39	42.91	46.30	2.88	13.88	16.76
1500	4.88	42.91	47.79	4.14	13.88	18.03
1750	6.64	42.91	49.55	5.64	13.88	19.52
2000	8.67	42.91	51.58	7.36	13.88	21.25
2250	10.97	42.91	53.88	9.32	13.88	23.20
2500	13.54	42.91	56.45	11.50	13.88	25.39
2750	16.39	42.91	59.30	13.92	13.88	27.80
3000	19.56	42.91	62.41	16.57	13.88	30.45

static total head = 42.7895

static suction head = 13.8839

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 10

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	42.91	41.94	40.14	38.29	36.29	33.35	13.88	12.91	11.11	9.26	7.26	4.32
250	43.04	42.07	40.27	38.42	36.42	33.48	14.00	13.03	11.23	9.38	7.38	4.44
500	43.45	42.48	40.68	38.83	36.83	33.89	14.34	13.37	11.57	9.72	7.72	4.78
750	44.13	43.16	41.36	39.51	37.51	34.57	14.92	13.95	12.15	10.30	8.30	5.36
1000	45.08	44.11	42.31	40.46	38.46	35.52	15.72	14.75	12.95	11.10	9.10	6.16
1250	46.30	45.33	43.53	41.68	39.68	36.74	16.76	15.79	13.99	12.14	10.14	7.20
1500	47.79	46.82	45.02	43.17	41.17	38.23	18.03	17.06	15.26	13.41	11.41	8.47
1750	49.55	48.58	46.78	44.93	42.93	39.99	19.52	18.55	16.75	14.90	12.90	9.96
2000	51.58	50.61	48.81	46.96	44.96	42.02	21.25	20.28	18.48	16.63	14.63	11.69
2250	53.88	52.91	51.11	49.26	47.26	44.32	23.20	22.23	20.43	18.58	16.58	13.64
2500	56.45	55.48	53.68	51.83	49.83	46.89	25.39	24.42	22.62	20.77	18.77	15.83
2750	59.30	58.33	56.53	54.68	52.68	49.74	27.80	26.83	25.03	23.18	21.18	18.24
3000	62.41	61.44	59.64	57.79	55.79	52.85	30.45	29.48	27.68	25.83	23.83	20.89

TABLE 7

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	70.35	1.00	2.60	7.40	0.95	3.90	49.00
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	2.88	3.83	0.84	0.84	2.49	2.49	1.11
reynolds #10^-6	0.58	0.58	0.24	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.014	.014	.014	.014	.014	.014	.014
h(f) friction	6.12	0.16	0.10	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)construction	1.44	1.07	0.90	2.22	2.11	2.20	0.57
h(t) total	7.56	1.21	1.00	2.31	2.17	2.45	0.50
dynamic head (metres)	5.68	0.91	0.84	0.89	0.68	3.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	44.96	44.96	0.00	16.46	16.46
250	0.14	44.96	45.10	0.12	16.46	16.57
500	0.54	44.96	45.50	0.46	16.46	16.92
750	1.22	44.96	46.18	1.04	16.46	17.49
1000	2.17	44.96	47.13	1.84	16.46	18.30
1250	3.39	44.96	48.35	2.88	16.46	19.33
1500	4.88	44.96	49.84	4.14	16.46	20.60
1750	6.64	44.96	51.60	5.66	16.46	22.09
2000	8.67	44.96	53.63	7.36	16.46	23.82
2250	10.97	44.96	55.93	9.32	16.46	25.78
2500	13.54	44.96	58.51	11.50	16.46	27.96
2750	16.39	44.96	61.35	13.92	16.46	30.38
3000	19.50	44.96	64.47	16.57	16.46	33.02

static total head = 44.9631

static suction head = 16.4574

pumping tank 2 or 3

1 Pump / 1 Tank

Trim in degs. = 12

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	44.96	44.36	42.44	40.56	38.41	35.61	16.46	15.76	13.96	12.86	9.91	7.11
250	45.10	44.40	42.50	40.70	38.55	35.75	16.57	15.87	14.05	12.17	10.32	7.22
500	45.50	44.80	42.90	41.10	38.95	36.15	16.92	16.22	14.40	12.52	10.37	7.57
750	46.18	45.40	43.64	41.70	39.63	36.83	17.49	16.79	14.97	13.09	10.94	8.14
1000	47.13	46.43	44.41	42.73	40.58	37.78	18.30	17.60	15.70	13.90	11.75	8.95
1250	48.35	47.65	45.83	43.95	41.80	39.00	19.33	18.63	16.81	14.93	12.78	9.98
1500	49.84	49.14	47.32	45.44	43.29	40.49	20.60	19.90	18.08	16.20	14.05	11.25
1750	51.60	50.90	49.08	47.20	45.05	42.25	22.09	21.39	19.57	17.69	15.54	12.74
2000	53.63	52.93	51.11	49.23	47.08	44.28	23.82	23.12	21.30	19.42	17.27	14.47
2250	55.93	55.23	53.41	51.53	49.38	46.58	25.78	25.08	23.26	21.38	19.23	16.43
2500	58.51	57.81	55.99	54.11	51.96	49.16	27.96	27.26	25.44	23.56	21.41	18.61
2750	61.35	60.65	58.83	56.95	54.80	52.00	30.38	29.68	27.86	25.98	23.83	21.03
3000	64.47	63.77	61.95	60.07	57.92	55.12	33.02	32.32	30.50	28.62	26.47	23.67

TABLE 8

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.50	3.60	5.20	2.40	0.95	3.90	49.00
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10^-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.018	.016	.016	.016	.014
h(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.06	0.25	2.06
h(c)construction	2.00	2.14	1.80	2.22	2.11	2.20	0.52
h(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	0.58
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.60	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	31.91	31.91	0.00	0.83	0.83
250	0.09	31.91	32.00	0.07	0.83	0.89
500	0.34	31.91	32.25	0.26	0.83	1.09
750	0.78	31.91	32.69	0.59	0.83	1.42
1000	1.38	31.91	33.29	1.05	0.83	1.88
1250	2.16	31.91	34.07	1.65	0.83	2.47
1500	3.10	31.91	35.01	2.37	0.83	3.20
1750	4.23	31.91	36.14	3.23	0.83	4.05
2000	5.52	31.91	37.43	4.21	0.83	5.04
2250	6.99	31.91	38.90	5.33	0.83	6.16
2500	8.62	31.91	40.53	6.58	0.83	7.41
2750	10.43	31.91	42.34	7.97	0.83	8.79
3000	12.42	31.91	44.33	9.48	0.83	10.31

static total head = 31.91

static suction head = .825

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 0

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	31.91	29.81	28.04	26.13	24.79	21.33	0.83	-1.30	-3.03	-4.94	-6.38	-9.74
250	32.00	29.90	28.15	26.22	24.88	21.42	0.89	-1.21	-2.96	-4.89	-6.23	-9.69
500	32.25	30.15	28.40	26.47	25.13	21.67	1.09	-1.01	-2.76	-4.69	-6.03	-9.49
750	32.69	30.59	28.84	26.91	25.57	22.11	1.42	-0.68	-2.43	-4.36	-5.70	-9.16
1000	33.29	31.19	29.44	27.51	26.17	22.71	1.88	0.22	-1.97	-3.90	-5.24	-8.70
1250	34.07	31.97	30.22	28.29	26.95	23.49	2.47	0.37	-1.38	-3.31	-4.65	-8.11
1500	35.01	32.91	31.16	29.23	27.89	24.43	3.20	1.10	-0.65	-2.58	-3.92	-7.38
1750	36.14	34.04	32.29	30.36	29.02	25.56	4.05	1.95	0.20	-1.73	-3.07	-6.53
2000	37.43	35.33	33.58	31.65	30.31	26.85	5.04	2.94	1.19	-0.74	-2.08	-5.54
2250	38.90	36.80	35.05	33.12	31.78	28.32	6.16	4.06	2.31	0.38	-0.96	-4.42
2500	40.53	38.43	36.68	34.75	33.41	29.95	7.41	5.31	3.56	1.63	0.29	-3.17
2750	42.34	40.24	38.49	36.56	35.22	31.76	8.79	6.69	4.94	3.01	1.67	-1.79
3000	44.33	42.23	40.48	38.55	37.21	33.75	10.31	8.21	6.46	4.53	3.19	-0.27

TABLE 9

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and section system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.50	3.40	5.20	2.40	0.95	3.90	49.80
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.254	.254	.381	
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.09	1.11
reynolds #10^-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.40	0.27
friction factor	.017	.017	.018	.016	.016	.016	.016
D(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.86
D(k)constriction	2.00	2.14	1.00	2.22	2.11	2.20	6.52
D(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	9.50
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.48	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	34.20	34.20	0.00	3.45	3.45
250	0.09	34.20	34.28	0.07	3.45	3.52
500	0.34	34.20	34.54	0.26	3.45	3.71
750	0.78	34.20	34.97	0.59	3.45	4.04
1000	1.38	34.20	35.58	1.05	3.45	4.50
1250	2.16	34.20	36.36	1.65	3.45	5.10
1500	3.10	34.20	37.30	2.37	3.45	5.82
1750	4.23	34.20	38.42	3.23	3.40	6.68
2000	5.52	51.20	39.72	4.21	3.45	7.67
2250	6.99	34.20	41.18	5.33	3.45	8.78
2500	8.62	34.20	42.82	6.58	3.45	10.04
2750	10.43	34.20	44.63	7.97	3.45	11.42
3000	12.42	34.20	46.62	9.48	3.45	12.93

static total head = 34.1986

static suction head = 3.45154

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 2

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	34.20	32.31	30.53	28.67	27.20	23.81	3.45	1.56	-0.22	-2.08	-3.55	-6.93
250	34.20	32.39	30.61	28.75	27.28	23.90	3.52	1.63	-0.15	-2.01	-3.48	-6.86
500	34.54	32.65	30.87	29.01	27.54	24.16	3.71	1.82	0.04	-1.82	-3.29	-6.67
750	34.97	33.08	31.30	29.44	27.97	24.59	4.04	2.15	0.37	-1.49	-2.96	-6.34
1000	35.58	33.69	31.91	30.05	28.58	25.20	4.50	2.61	0.83	-1.03	-2.50	-5.88
1250	36.35	34.46	32.68	30.82	29.35	25.97	5.10	3.21	1.43	-0.43	-1.90	-5.28
1500	37.30	35.41	33.63	31.77	30.30	26.92	5.82	3.93	2.15	0.29	-1.18	-4.56
1750	38.42	36.53	34.75	32.89	31.42	28.04	6.68	4.79	3.01	1.15	-0.32	-3.70
2000	39.72	37.83	36.05	34.19	32.72	29.34	7.67	5.78	4.00	2.14	0.67	-2.71
2250	41.18	39.29	37.51	35.65	34.18	30.80	8.78	6.89	5.11	3.25	1.78	-1.60
2500	42.82	40.93	39.15	37.29	35.82	32.44	10.04	8.15	6.37	4.51	3.04	0.34
2750	44.63	42.74	40.96	39.10	37.63	34.25	11.42	9.53	7.75	5.89	4.42	1.84
3000	46.62	44.73	42.95	41.09	39.62	36.24	12.93	11.04	9.26	7.40	5.93	2.55

TABLE 10

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.50	3.40	5.20	2.40	0.95	3.90	49.80
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10^-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.018	.016	.016	.016	.016
D(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.86
D(k)constriction	2.00	2.14	1.00	2.22	2.11	2.20	6.52
D(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	9.50
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.48	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	36.45	36.45	0.00	6.87	6.87
250	0.09	36.45	36.53	0.07	6.87	6.94
500	0.34	36.45	36.79	0.26	6.87	7.13
750	0.78	36.45	37.23	0.59	6.87	7.46
1000	1.38	36.45	37.83	1.05	6.87	7.92
1250	2.16	36.45	38.60	1.65	6.87	8.52
1500	3.10	36.45	39.55	2.37	6.87	9.24
1750	4.23	36.45	40.67	3.23	6.87	10.10
2000	5.52	36.45	41.96	4.21	6.87	11.09
2250	6.99	36.45	43.43	5.33	6.87	12.20
2500	8.62	36.45	45.07	6.58	6.87	13.46
2750	10.43	36.45	46.88	7.97	6.87	14.84
3000	12.42	36.45	48.86	9.48	6.87	16.35

static total head = 36.4456

static suction head = 6.87307

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 4

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	36.45	34.82	33.09	31.13	29.57	26.28	6.87	4.66	2.81	0.75	-0.81	-4.10
250	36.53	34.90	33.07	31.21	29.65	26.36	6.94	4.51	2.68	0.82	-0.74	-4.02
500	36.79	35.16	33.33	31.47	29.91	26.62	7.13	4.71	2.88	1.02	-0.54	-3.83
750	37.22	35.59	33.76	31.90	30.34	27.05	7.46	5.04	3.21	1.35	-0.21	-3.50
1000	37.83	36.20	34.37	32.51	30.95	27.66	7.93	5.50	3.67	1.81	0.25	-3.04
1250	38.60	36.97	35.14	33.28	31.72	28.43	8.52	6.09	4.26	2.40	0.84	-2.45
1500	39.55	37.92	36.09	34.23	32.67	29.38	9.24	6.81	4.98	3.12	1.56	-1.73
1750	40.67	39.04	37.21	35.35	33.79	30.50	10.10	7.67	5.84	3.98	2.42	-0.87
2000	41.96	40.33	38.50	36.64	35.08	31.79	11.09	8.66	6.83	4.97	3.41	0.12
2250	43.43	41.80	39.97	38.11	36.55	33.26	12.20	9.78	7.95	6.09	4.53	1.24
2500	45.07	43.44	41.61	39.75	38.19	34.90	13.46	11.03	9.20	7.34	5.78	2.49
2750	46.88	45.25	43.42	41.56	40.00	36.71	14.84	12.41	10.58	8.72	7.16	3.87
3000	48.86	47.23	45.40	43.54	41.98	38.69	16.35	13.92	12.09	10.23	8.67	5.38

TABLE 11

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and section system heads flow rate = 2600 gpm

description of pipe system	section in pontoon	section in pumproom	section in manifold	section in pumproom	section in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.50	3.60	5.20	2.40	0.95	3.90	49.00
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.016	.016	.016	.016	.016
D(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.06
Rc(constriction	2.00	2.14	1.80	2.22	2.11	2.20	6.52
D(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	30.65	30.65	0.00	0.69	0.69
250	0.69	30.65	30.73	0.07	0.69	0.75
500	0.34	30.65	30.99	0.26	0.69	0.95
750	0.78	30.65	29.42	0.59	0.69	9.20
1000	1.38	30.65	40.02	1.05	0.69	9.74
1250	2.16	30.65	40.80	1.65	0.69	10.33
1500	3.10	30.65	41.75	2.37	0.69	11.06
1750	4.23	30.65	42.87	3.23	0.69	11.91
2000	5.52	30.65	44.17	4.21	0.69	12.90
2250	6.99	30.65	45.63	5.33	0.69	14.02
2500	8.62	30.65	47.27	6.58	0.69	15.27
2750	10.43	30.65	49.08	7.97	0.69	16.66
3000	12.42	30.65	51.07	9.48	0.69	18.17

static total head = 30.6402

static suction head = 0.68881

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 0

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	30.65	37.23	35.45	33.62	31.87	30.68	0.69	7.27	5.49	3.66	1.91	-1.28
250	30.73	37.31	35.53	33.70	31.95	30.76	0.75	7.33	5.55	3.72	1.97	-1.22
500	30.99	37.57	35.79	33.96	32.21	29.82	0.95	7.53	5.75	3.92	2.17	-1.02
750	29.42	38.00	36.22	34.39	32.64	29.45	9.20	7.86	6.08	4.25	2.50	-0.69
1000	40.03	38.61	36.83	35.00	33.25	30.06	9.74	8.32	6.54	4.71	2.96	-0.23
1250	40.80	39.38	37.60	35.77	34.02	30.83	10.33	8.91	7.13	5.30	3.55	3.36
1500	41.75	40.33	38.55	36.72	34.97	31.78	11.06	9.64	7.86	6.03	4.28	[illegible]
1750	42.87	41.45	39.67	37.84	36.09	32.90	11.91	10.49	8.71	6.88	5.13	1.94
2000	44.17	42.75	40.97	39.14	37.39	34.20	12.90	11.48	9.70	7.87	6.12	4.93
2250	45.63	44.21	42.43	40.60	38.85	35.66	14.02	12.60	8.82	8.99	7.24	6.05
2500	47.27	45.85	44.07	42.24	40.49	37.30	15.27	13.85	12.07	10.24	8.49	7.30
2750	49.08	47.66	45.88	44.05	42.30	39.11	16.66	15.24	13.46	11.63	9.88	8.69
3000	51.07	49.65	47.87	46.04	44.29	41.10	18.17	16.75	14.97	13.14	11.39	8.21

TABLE 12

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	section in pontoon	section in pumproom	section in manifold	section in pumproom	section in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.50	3.60	5.20	2.40	0.95	3.90	49.00
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.016	.016	.016	.016	.016
D(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.06
Rc(constriction	2.00	2.14	1.80	2.22	2.11	2.20	6.52
D(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	8.58
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	40.80	40.80	0.00	11.29	11.29
250	0.69	40.80	40.89	0.07	11.29	11.36
500	0.34	40.80	41.15	0.26	11.29	11.56
750	0.78	40.80	41.58	0.59	11.29	11.89
1000	1.38	40.80	42.18	1.05	11.29	12.35
1250	2.16	40.80	42.96	1.65	11.29	12.94
1500	3.10	40.80	43.91	2.37	11.29	13.66
1750	4.23	40.80	45.03	3.23	11.29	14.52
2000	5.52	40.80	46.32	4.21	11.29	15.51
2250	6.99	40.80	47.79	5.33	11.29	16.63
2500	8.62	40.80	49.43	6.58	11.29	17.88
2750	10.43	40.80	51.24	7.97	11.29	19.26
3000	12.42	40.80	53.22	9.48	11.29	20.77

static total head = 40.8037

static suction head = 11.2932

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 0

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	40.80	39.41	37.83	35.98	34.12	31.84	11.29	10.10	8.32	6.47	4.61	1.93
250	40.89	39.70	37.92	36.07	34.21	31.13	11.36	10.17	8.39	6.54	4.68	1.40
500	41.15	39.96	38.18	36.33	34.47	31.39	11.56	10.37	8.59	6.74	4.88	1.86
750	41.58	40.39	38.61	36.76	34.90	31.82	11.89	10.70	8.92	7.07	5.21	2.19
1000	42.18	40.99	39.21	37.36	35.51	32.42	12.35	11.16	9.38	7.53	5.67	2.59
1250	42.96	41.77	39.99	38.14	36.28	33.20	12.94	11.75	9.97	8.12	6.26	3.18
1500	43.91	42.72	40.94	39.09	37.23	34.15	13.66	12.47	10.69	8.84	6.99	3.91
1750	45.03	43.84	42.06	40.21	38.35	35.27	14.52	13.33	11.55	9.70	7.84	4.76
2000	46.32	45.13	43.35	41.50	39.64	36.56	15.51	14.32	12.54	10.69	8.83	5.75
2250	47.79	46.60	44.82	42.97	41.11	38.03	16.63	15.44	13.66	11.81	9.95	6.87
2500	49.43	48.24	46.46	44.61	42.75	39.67	17.88	16.69	14.91	13.06	11.20	8.12
2750	51.24	50.05	48.27	46.42	44.56	41.48	19.26	18.07	16.29	14.44	12.58	9.50
3000	53.22	52.03	50.25	48.40	46.54	43.46	20.77	19.58	17.80	15.95	14.09	11.01

TABLE 13

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 2000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.58	3.68	5.28	2.48	0.95	3.98	49.88
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.018	.016	.016	.016	.016
H(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.86
H(c)onstriction	2.00	2.14	1.80	2.22	2.11	2.20	6.52
H(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	0.56
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	42.91	42.91	0.00	13.00	13.00
250	0.09	42.91	43.00	0.07	13.00	13.95
500	0.34	42.91	43.25	0.26	13.00	14.15
750	0.78	42.91	43.69	0.59	13.00	14.40
1000	1.38	42.91	44.29	1.05	13.00	14.94
1250	2.16	42.91	45.07	1.65	13.00	15.53
1500	3.10	42.91	46.01	2.37	13.00	16.25
1750	4.23	42.91	47.14	3.23	13.00	17.11
2000	5.52	42.91	48.43	4.21	13.00	18.10
2250	6.99	42.91	49.89	5.33	13.00	19.22
2500	8.62	42.91	51.53	6.58	13.00	20.47
2750	10.43	42.91	53.34	7.97	13.00	21.85
3000	12.42	42.91	55.33	9.48	13.00	23.36

static total head = 42.9095

static suction head = 13.0030

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 10

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	42.91	41.94	40.14	38.29	36.29	33.35	13.00	12.91	11.11	9.26	7.26	4.32
250	43.00	42.03	40.23	38.29	36.38	33.44	13.95	12.98	11.18	9.33	7.33	4.39
500	43.25	42.28	40.48	38.63	36.63	33.69	14.15	13.18	11.38	9.53	7.53	4.59
750	43.69	42.72	40.92	39.07	37.07	34.13	14.40	13.51	11.71	9.86	7.86	4.92
1000	44.29	43.32	41.52	39.67	37.67	34.73	14.94	13.97	12.17	10.32	8.32	5.38
1250	45.07	44.10	42.30	40.45	38.45	35.51	15.53	14.56	12.76	10.91	8.91	5.97
1500	46.01	45.04	43.24	41.39	39.39	36.45	16.25	15.28	13.48	11.63	9.63	6.69
1750	47.14	46.17	44.37	42.52	40.52	37.58	17.11	16.14	14.34	12.49	10.49	7.55
2000	48.43	47.46	45.66	43.81	41.81	38.87	18.10	17.13	15.33	13.48	11.48	8.54
2250	49.89	48.92	47.12	45.27	43.27	40.33	19.22	18.25	16.45	14.60	12.60	9.66
2500	51.53	50.56	48.76	46.91	44.91	41.97	20.47	19.50	17.70	15.85	13.85	10.91
2750	53.34	52.37	50.57	48.72	46.72	43.78	21.85	20.88	19.08	17.23	15.23	12.29
3000	55.33	54.36	52.56	50.71	48.71	45.77	23.36	22.39	20.59	18.74	16.74	13.80

TABLE 14

analysis of ocean ranger ballast system

calculation of total system and suction system heads flow rate = 3000 gpm

description of pipe system	suction in pontoon	suction in pumproom	suction in manifold	suction in pumproom	suction in pumproom	discharge	discharge
length (metres)	156.58	3.68	5.28	2.48	0.95	3.98	49.88
diameter (m)	.2047	.2047	.4318	.4318	.254	.254	.381
velocity (m/s)	1.91	1.91	0.43	0.86	2.49	2.49	1.11
reynolds #10**-6	0.25	0.25	0.12	0.24	0.48	0.48	0.27
friction factor	.017	.017	.018	.016	.016	.016	.016
H(f) friction	13.00	0.30	0.22	0.09	0.86	0.25	2.86
H(c)onstriction	2.00	2.14	1.80	2.22	2.11	2.20	6.52
H(t) total	15.00	2.44	2.02	2.31	2.17	2.45	0.56
dynamic head (metres)	2.97	0.46	0.02	0.09	0.68	0.77	0.53

flow rate q (gpm)	total dynamic head m	total static head m	total system head m	suction dynamic head m	suction static head m	suction system head m
0	0.00	44.96	44.96	0.00	16.46	16.46
250	0.09	44.96	45.05	0.07	16.46	16.52
500	0.34	44.96	45.31	0.26	16.46	16.72
750	0.78	44.96	45.74	0.59	16.46	17.05
1000	1.38	44.96	46.34	1.05	16.46	17.51
1250	2.16	44.96	47.12	1.65	16.46	18.10
1500	3.10	44.96	48.07	2.37	16.46	18.83
1750	4.23	44.96	49.19	3.23	16.46	19.68
2000	5.52	44.96	50.48	4.21	16.46	20.67
2250	6.99	44.96	51.95	5.33	16.46	21.79
2500	8.62	44.96	53.59	6.58	16.46	23.04
2750	10.43	44.96	55.40	7.97	16.46	24.42
3000	12.42	44.96	57.38	9.48	16.46	25.94

static total head = 44.9631

static suction head = 16.4574

pumping tanks 2 + 3

1 Pump / 2 Tanks

Trim in degs. = 12

flow rate q (gpm)	total system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%	suction system head: bellmouth	25%	50%	75%	90%	100%
0	44.96	44.26	42.44	40.56	38.41	35.41	16.46	15.76	13.94	12.06	9.91	7.11
250	45.05	44.35	42.53	40.65	38.50	35.70	16.52	15.82	14.00	12.12	9.97	7.17
500	45.31	44.61	42.79	40.91	38.76	35.96	16.72	16.02	14.20	12.32	10.17	7.37
750	45.74	45.04	43.22	41.34	39.19	36.39	17.05	16.35	14.53	12.65	10.50	7.76
1000	46.34	45.64	43.82	41.94	39.79	36.99	17.51	16.81	14.99	13.11	10.96	8.16
1250	47.12	46.42	44.60	42.72	40.57	37.77	18.10	17.40	15.58	13.70	11.55	8.75
1500	48.07	47.37	45.55	43.67	41.52	38.72	18.83	18.13	16.31	14.43	12.28	9.48
1750	49.19	48.49	46.67	44.79	42.64	39.84	19.68	18.98	17.16	15.28	13.13	10.33
2000	50.48	49.78	47.96	46.08	43.93	41.13	20.67	19.97	18.15	16.27	14.12	11.32
2250	51.95	51.25	49.43	47.55	45.40	42.60	21.79	21.09	19.27	17.39	15.24	12.44
2500	53.59	52.89	51.07	49.19	47.04	44.24	23.04	22.34	20.52	18.64	16.47	13.67
2750	55.40	54.70	52.88	51.00	48.85	46.05	24.42	23.72	21.90	20.02	17.87	15.07
3000	57.38	56.68	54.86	52.98	50.83	48.03	25.94	25.24	23.42	21.54	19.38	16.59

APPENDICE F-5
Rapport sur le programme d'essais de modèles hydrodynamiques

A la suite de recommandations, des études de modèles ont été entreprises afin de découvrir les causes possibles du naufrage de l'*Ocean Ranger*. Après l'avoir comparée à la méthode des simulations de domaine temporel sur ordinateur, on a retenu cette proposition en raison de certains avantages qu'elle présente, notamment celui d'offrir une simulation plus précise du système d'ancrage, des vagues déferlantes, de l'inondation des puits aux chaines, du mécanisme de rétroaction divergente des soupapes de ballast, du comportement de la plate-forme à des angles d'inclinaison prononcés, de l'inondation des logements et du dérapage des ancres.

L'échelle à utiliser a fait l'objet d'un choix très minutieux; on l'a finalement établie à 1:40 afin de minimiser les effets d'échelle. On est également arrivé à la conclusion qu'un modèle réduit ayant des dimensions aussi imposantes faciliterait le transfert interne de l'eau de ballast, la simulation de l'inondation du puits aux chaines et celle du système d'ancrage, notamment en ce qui concerne la rupture et le dérapage des ancres. Par contre, le choix de cette échelle comportait un inconvénient : la reproduction du système d'ancrage a pris des proportions démesurées même si elle n'allait pas jusqu'aux ancres mais seulement jusqu'à bonne distance des points de contact avec le fond.

La Commission s'est donc adressée à un certain nombre de laboratoires nationaux et de laboratoires privés au Canada, aux États-Unis, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas, au Danemark, en Suède et en Norvège. Les deux bassins répondant le mieux aux exigences techniques étaient ceux du Norwegian Hydrodynamics Laboratory (NHL) à Trondheim, en Norvège, et du Laboratoire d'hydraulique du Conseil national de recherches du Canada (CNR), à Ottawa. Ces deux laboratoires pouvaient, en effet, se livrer à des essais sur le modèle réduit à 1:40 et disposaient en outre d'un personnel technique hautement qualifié et expérimenté. Le laboratoire norvégien possédait une longue expérience des essais de modèles de plate-formes semi-submersibles et le laboratoire canadien jouissait d'une renommée internationale dans le domaine de la simulation réaliste des conditions de houle. Le recours à deux bassins à houle présentait l'avantage de permettre la contre-vérification de certains résultats parallèles. Par ailleurs, le NHL pouvait effectuer des essais à une profondeur de 400 pieds et simuler des conditions de houle bidirectionnelle, deux possibilités que ne pouvait offrir le CNR.

D'autre part, il y avait certaines différences notables entre la démarche adoptée par les chercheurs du CNR et celle du LHT. Les premiers estimaient nécessaire de reproduire la distribution historique ajustée de l'énergie instantanée de la houle de même que les spectres de houle extraits de la série chronologique produite par la bouée à accéléromètre de la *Zapata Ugland*, tandis qu'au NHL on considérait que le groupement des vagues était fonction de la configuration en crêtes du spectre et que, par conséquent, l'établissement des spectres appropriés entrainerait automatiquement la reproduction du caractère groupé. Une autre différence notable résidait dans l'utilisation des résultats des essais en soufflerie menés par l'Établissement aéronautique national (EAN). Le CNR a eu recours à des filaments de charge reliés au modèle, filaments dont les forces étaient assujetties à un contrôle par ordinateur reproduisant les spectres de force et de moment. Au NHL, par contre, on a eu recours à des ventilateurs à vitesse contrôlée et programmée par ordinateur pour appliquer directement la force et, par conséquent, les moments au modèle et reproduire ainsi les effets du vent.

Avant d'entreprendre les essais hydrodynamiques, il a fallu se consacrer à certaines études. Une d'entre elles, menée au CNR, consistait à simuler l'inondation des puits aux chaines à l'aide d'un modèle hydraulique. Dès le début, on a réalisé que l'envahissement par les hauts, consécutif à l'inondation des puits aux chaines avant, avait joué un rôle déterminant dans le comportement de la plate-forme à des angles d'inclinaison prononcés et, vraisemblablement, dans le chavirement qui a suivi. L'inondation des puits aux chaines due aux vagues déferlant sur le pont et à l'eau s'engouffrant par les écubiers est un phénomène complexe régi par les lois sur les séries numériques de Froude, Reynolds et Weber. Afin de réduire les effets d'échelle, on a construit un modèle à 1:15 de la colonne avant CT1, dont les installations de pont pouvaient être facilement converties pour reproduire en image inversée la disposition de la colonne CB1. Les installations de pont ainsi que toutes les ouvertures des six puits aux chaines et leurs écubiers ont donc été reproduites en détail.

Les mouvements de la houle et de la plate-forme ont été simulés en plongeant le modèle en eau dormante à plusieurs reprises, à différentes profondeurs et pendant diverses périodes d'immersion, et ce, à l'aide d'un vérin hydraulique (fig. 1). Après avoir mesuré les coefficients d'inondation à partir du modèle à 1:15, on a effectué les mêmes essais sur un modèle à l'échelle de 1:40 afin de déterminer la dimension d'un seul écubier requise pour obtenir les coefficients d'inondation appropriés. Dans les deux cas, on a expérimenté une série de données différentes en ce qui a trait à l'angle de tangage initial et à la profondeur d'immersion du pont, et ce, pour plusieurs cycles chronologiques. On est finalement parvenu à déterminer la dimension de l'orifice permettant d'obtenir, sur le modèle à 1:40, des coefficients d'inondation semblables à ceux du modèle à 1:15, doté de six écubiers. À des angles d'inclinaison prononcés, quelques immersions ont suffi à remplir les puits aux chaines et les écubiers. Une fois remplis, les puits aux chaines et les écubiers de la colonne CT1 comme ceux de la colonne CB1 contiennent presque 1 200 tonnes métriques (1 219 tonnes) d'eau.

Une autre étude importante qu'on a dû effectuer avant d'entreprendre le programme d'essais hydrodynamiques portait sur une série d'essais à partir du modèle aérodynamique (fig. 2). Les scientifiques de l'Établissement aéronautique national (EAN) du CNR ont utilisé un modèle à l'échelle de 1:100 afin de déterminer la composante moyenne et la fluctuation des effets du vent. La force et le moment ont été mesurés à partir de différentes combinaisons de données relatives à l'assiette de la plate-forme, au tirant d'eau et à la direction des vents. On a effectué une analyse dynamique complète du modèle en ayant recours au programme d'analyse structurale par ordinateur SAP4, afin de s'assurer que la fréquence propre la plus basse du modèle était suffisamment élevée. En utilisant de minces feuilles d'aluminium pour fabriquer les principaux éléments structuraux du modèle et en employant du bois et de la mousse de polystyrène dans la reconstitution des installations de pont, on a pu limiter la masse du modèle, y compris les poutrelles d'assemblage, à 33 lb (15 kg). Le dynamomètre de la soufflerie de 30 pi x 30 pi (9m x 9m) de l'EAN à Uplands ayant été jugé inadéquat en regard des essais de charges fluctuantes à effectuer sur le modèle extrêmement léger, on a conçu et construit un nouvel équilibreur dynamique admettant une liberté de mouvement de six degrés. L'appareil a ensuite été rectifié et a servi à mesurer toutes les données relatives aux forces et aux moments. Les données relatives à la vitesse et à la direction des vents pendant la tempête ont été extraites des comptes rendus synoptiques fournis par la *Zapata Ugland*, la *SEDCO 706* et l'*Ocean Ranger* (dont le dernier compte rendu a été enregistré à 23 h 30 HNT). Des données relatives aux paramètres ont également été extraites de l'étude de prévision a posteriori réalisée par V.J. Cardone d'Oceanweather Inc. et fournie par Mobil Oil (Canada) Ltd.

Les données relatives à l'incidence des vagues sur les effets du vent ont été estimées à partir de vagues stationnaires et rigides mon-

tées sur le plancher de la soufflerie. Ce modèle simulait des vagues d'une hauteur de 59 pi (19 m) et d'une longueur de 1 312 pi (400 m). Les forces et les moments appliqués au modèle ont été mesurés dans différentes positions par rapport à la crête des vagues. La courbe de la vitesse du vent principal ainsi que l'intensité, l'échelle et le contenu en fréquences de la turbulence ont été inclus dans le modèle afin de simuler les conditions qui régnaient avant le chavirement et au moment où celui-ci est survenu. La plupart des données recueillies lors des essais en soufflerie l'ont été en regard de vents dont la direction était comprise entre 220° et 310°, de tirants d'eau allant de 32,8 pi (10 m) à 131,2 pi (40 m) et d'angles de tangage et de roulis s'échelonnant entre -20° et +20°. On a également comparé les spectres des forces de traînée, des forces de portance et des moments de renversement obtenus à la suite de plusieurs essais. À la lumière de cette analyse, on a pu établir les spectres moyens de la force de traînée, de la force de portance et du moment de renversement (les autres degrés de liberté ne comportaient que de faibles composantes fluctuantes). Par la suite, ces spectres moyens ont servi de modèles dans l'établissement du spectre des forces du vent à appliquer.

À partir des données obtenues à la suite de ces essais, on a élaboré des modèles numériques faisant appel à des techniques de régression linéaire multivariée et servant à prévoir la valeur des coefficients de traînée, d'écart-type de traînée, de portance, d'écart-type de portance, de moment de renversement et d'écart-type de moment de renversement. Ces résultats ont été communiqués au Laboratoire d'hydraulique du CNR, mais il était trop tard pour que le NHL pût les utiliser pour ses premiers essais. On a donc commencé par fournir au laboratoire norvégien les spectres analytiques de rafales établis par Van Karman.

Avant d'entreprendre les essais sur modèle hydrodynamique, le CNR s'est également livré à une troisième étude, qui visait à examiner la possibilité de simuler de façon réaliste l'état de la mer au moment de l'accident. À cet égard, les seules données disponibles provenaient de la *Zapata Ugland*, dont l'emplacement se trouvait à 20 milles marins de celui de l'*Ocean Ranger*. Aussi, afin d'évaluer le degré de fiabilité de ces données dans la perspective de leur application à l'endroit où se trouvait l'*Ocean Ranger*, on a procédé à l'analyse de données antérieures provenant des trois plates-formes de forage.

Les données enregistrées à l'emplacement de la *SEDCO 706*, à celui de la *Zapata Ugland* et à celui de l'*Ocean Ranger* entre le 16 et le 20 janvier 1982 ainsi que le 1er et le 2 février 1982 ont été soumises à l'analyse spectrale et à l'analyse de croisement nul. Ces analyses visaient à établir que les descriptions statistiques moyennes de l'état de la mer étaient assez semblables, bien que les trois stations eussent enregistré leurs données de façon plus ou moins simultanée. Si cela pouvait être démontré, il serait alors raisonnable de supposer que l'analyse de l'état de la mer à partir des données recueillies par la *Zapata Ugland* au moment du naufrage s'applique aux conditions qui régnaient à l'emplacement de l'*Ocean Ranger* au même moment.

Les résultats de l'analyse ont révélé un degré de corrélation extrêmement élevé entre tous les paramètres relatifs aux vagues (sans faire abstraction des valeurs moyennes). Les variations quotidiennes des paramètres relatifs à l'état de la mer, par rapport à la moyenne, indiquaient un degré élevé d'intercorrélation quant à la direction du vent, la vélocité du vent, la puissance des vagues et la hauteur caractéristique des lames et un degré moyennement élevé de corrélation en ce qui concerne la hauteur maximale des lames, la période de crête, le facteur d'excès positif et la pente moyenne. Toutefois, les intercorrélations de variation relatives au rapport de la hauteur maximale des lames sur la hauteur significative des lames, au facteur de groupement et à l'asymétrie horizontale moyenne des vagues étaient presque nulles. Ayant établi que les données enregistrées par la *Zapata Ugland* pouvaient fournir une description assez fidèle de l'état de la mer à l'emplacement de l'*Ocean Ranger*, dans le cas des paramètres relatifs aux vents de l'ouest et aux hauteurs significatives des lames supérieures à 5 m, les chercheurs du CNR ont entrepris une synthèse de houle en simulant les conditions qui régnaient lors de la tempête survenue pendant la nuit du 14 au 15 février 1982, entre 18 h 30 et 4 h 30 HNT. On a analysé de nouveau les données et établi dix densités spectrales de variation correspondant aux dix heures consécutives. Le NHL et le CNR se sont alors tous deux servi de ces dix spectres pour constituer dix enregistrements distincts d'une heure à la grandeur naturelle correspondant à dix enregistrements distincts de 9 minutes et 29 secondes à l'échelle du modèle. Les chercheurs du CNR utilisaient une méthode de synthèse qu'ils avaient eux-mêmes mise au point auparavant et qui permet d'exercer un plus grand contrôle sur des paramètres tels que les facteurs de groupement des vagues et la hauteur maximale des lames. On trouvera à la fig. 3 un exemple de résultat obtenu à l'aide de cette méthode.

Pendant qu'on procédait à la simulation sur modèle hydraulique de l'inondation des puits aux chaînes, qu'on se livrait aux essais aérodynamiques et qu'on faisait l'analyse et la synthèse du comportement de la houle, les travaux menés à l'aide des modèles hydrodynamiques à l'échelle de 1:40 progressaient. Au NHL, la conception et la construction du modèle avaient été confiées au personnel du laboratoire naval et océanographique. Les pontons du modèle étaient faits de contreplaqué étanche ayant 16 couches d'épaisseur et recouverts d'une couche d'époxyde et d'une toile de fibre de verre. La fig. 4 illustre la construction de ces pontons. Toutes les colonnes verticales étaient faites de feuilles d'aluminium roulées en tubes et soudées (fig. 5). On a utilisé également des tubes d'aluminium et de plastique renforcé pour reproduire les entretoises horizontales et les fermes verticales. Quant aux ponts, ils étaient faits de contre-plaqué étanche et, à l'exception de la partie centrale, toute la section des ponts était étanche mais pouvait être ouverte pour que l'eau y pénètre.

Les coussinets d'ancre étaient faits de tubes de laiton et, les stabilisateurs, de plaques de laiton. On a utilisé le même matériau pour la tour de forage, montée au moyen d'aimants. Quant aux trois grues, aux tunnels de propulseur et aux défenses, elles étaient faites respectivement d'aluminium, de plastique PVC et de plastique «dyvinicell». L'hélisurface ainsi que les quartiers d'habitation, les postes de commande des treuils, le plancher de forage et le poste de pilotage ont tous été reproduits conformément à la disposition générale. Les deux colonnes avant comportaient chacune trois treuils, qui ont également été reproduits.

Les pontons étaient subdivisés en réservoirs selon le plan de capacité de stockage de la plate-forme et étaient remplis d'une solution d'eau saline pour compenser la différence de volume des réservoirs du modèle, un peu plus petits que ceux du prototype. On a installé un système de ballasts à évent qui consistait en un tube de laiton longitudinal passant au centre de chaque ponton et raccordé à 10 réservoirs du côté tribord et à 5 réservoirs du côté bâbord. Au cours des plongées d'inspection, on a découvert que des tiges de commande manuelle avaient été insérées dans les soupapes à commande par solénoïdes correspondant à ces réservoirs.[1] Les conduites de raccordement aux réservoirs étaient ouvertes ou fermées par un plongeur à partir du dessous des pontons. On a eu recours à ce procédé pendant certains essais ultérieurs, afin de simuler un transfert d'eau de ballast déterminé.

Les puits aux chaînes ont été reproduits d'après les essais réalisés auparavant par le CNR. Toutes les conduites menant aux puits

[1]Parmi les 18 tiges de commande manuelle retrouvées, 3 étaient insérées dans les solénoïdes associés au système d'eau de forage et, par conséquent, n'ont pas affecté le fonctionnement du système de ballasts.

aux chaînes à partir du niveau supérieur, ainsi qu'un réservoir situé au centre de chacune des colonnes d'angle, ont été reproduits et comportaient un revêtement intérieur de plastique «dyvinicell» d'épaisseur variable. Les puits aux chaînes étaient séparés en trois sections par des cloisons évidées et leurs bouches d'aération étaient situées sur le pont supérieur.

Le pont était fait de contre-plaqué étanche et subdivisé suivant la disposition des quartiers d'habitation principaux. La structure étanche du pont était construite de façon à ce que l'eau puisse y pénétrer par de petits orifices pratiqués dans toutes les cloisons internes et, de l'extérieur, par les ouvertures des quartiers d'habitation puis, plus bas, par une écoutille du pont supérieur.

On a corrigé le centre de gravité vertical en redistribuant des poids en plomb dans les quatre colonnes centrales (voir la fig. 6). Une méthode faisant appel à l'utilisation du pendule a permis de déterminer les rayons de giration de l'installation lège et de l'ajuster aux valeurs déterminées par le déplacement de poids à bord de la plate-forme. Les cinq conditions de charge ont été simulées par le remplissage des réservoirs des pontons.

Les instruments de bord comprenaient notamment des diodes électroluminescentes montées aux extrémités de deux mâts attachés à la tour de forage et au pied de cette tour. À terre, deux caméras horizontales et une caméra verticale suivaient le mouvement de ces diodes. Ce système de positionnement optique (OPTOPOS) permettait de mesurer le mouvement de la plate-forme en fonction de six degrés de liberté. Trois accéléromètres linéaires, montés à l'intérieur de la salle des machines, servaient à mesurer les mouvements de pilonnement, de roulis et de tangage. Douze transducteurs de force étaient installés à la hauteur du chaumard et permettaient de mesurer les composantes verticale et horizontale de la tension s'exerçant sur les amarres. Deux sondes à houle dotées de résistances bifilaires et reliées à l'avant du modèle mesuraient le franc-bord. Quant au mesurage du degré d'inondation des puits aux chaînes avant, il était effectué par des capteurs de pression, installés au fond de chacun des puits aux chaînes.

La conception du modèle hydrodynamique à l'échelle de 1:40 du CNR a été confiée au personnel de l'Institut de recherches maritimes et sur les navires arctiques (IRMNA), qui en a également supervisé la construction. Le modèle, construit par le Centre des techniques de fabrication, a été fait entièrement en aluminium. On y a inclus les puits aux chaînes situés dans les quatre colonnes d'angle et les écubiers ont été conçus de façon à simuler avec exactitude le débit de l'eau envahissant les puits aux chaînes. Chaque ponton a été subdivisé en seize réservoirs et on a installé des conduites entre les réservoirs de ballast (5 à bâbord et 10 à tribord) ainsi que des soupapes pneumatiques télécommandées en vue des essais ultérieurs portant sur le transfert de lest. On a pu déterminer le centre de gravité vertical de même que les rayons de giration longitudinal et transversal en effectuant, respectivement, des essais d'inclinaison et des essais de balancement à partir d'une structure conçue à ces fins (fig. 7).

On a vérifié la distance métacentrique longitudinale (GM) et la distance métacentrique transversale (GM) de flottaison libre en inclinant le modèle dans l'eau. On a également mesuré ces distances métacentriques après avoir appliqué aux amarres une tension équivalant à 235 000 lb (1045 kN). Il ne faudrait pas confondre ces valeurs élevées de GM et les valeurs plus petites utilisées par ODECO et correspondant à des mesures où l'effet de «traction des amarres vers le bas» entre en ligne de compte. Finalement, on a également mesuré les périodes naturelles d'oscillation.

La fig. 8 illustre la configuration générale du modèle hydrodynamique ainsi que l'emplacement des instruments de bord. Chacune des douze lignes d'ancrage (A1 à A12) passait dans une poulie de chaumard à laquelle on avait incorporé une cellule de charge afin de mesurer l'angle de l'amarre par rapport au modèle. Les cellules de charge F1 à F12 permettaient de mesurer la tension s'exerçant sur chacune des lignes d'ancrage. Quatre sondes à houle dotées d'un conducteur de capacité, installées dans des tubes perforés puis déposées dans les puits aux chaînes, servaient à mesurer le volume d'eau dans les puits aux chaînes et dans les écubiers. Un accéléromètre de référence, monté à l'intérieur du poste de forage, mesurait l'accélération du tangage. Huit diodes électroluminescentes, montées sur une structure installée sur le pont du modèle, étaient surveillées par deux caméras faisant partie du système Selspot (semblable au système OPTOPOS du NHL). Ce système permettait de mesurer les mouvements à six degrés de liberté du modèle réagissant aux forces appliquées.

Les essais sur le modèle de NHL se sont déroulés dans le bassin océanique illustré à la fig. 9. Ce bassin mesurait 263 pi x 164 pi (80 m x 50 m) et avait une profondeur maximale de 33 pi (10 m). Les vagues à crête longue étaient générées par un système à commande hydraulique et à double volet, installé sur le côté du bassin mesurant 164 pi. Un second système, installé sur le côté d'un bassin mesurant 263 pi, comportait 144 éléments à commande individuelle. Chacun de ces éléments consistait en un volet simple à commande électromécanique. Ce second système a été conçu principalement pour générer des vagues à crête courte.

La fig. 10 illustre l'organisation générale des essais. Le vent était généré par quatre ventilateurs disposés de la façon indiquée. En général, les vagues étaient produites par le premier système (BM 2), mais on a eu recours au dispositif à volets multiples (BM 3) lors de trois essais. La fig. 11 présente une photographie du bassin et du modèle.

Au CNR, le bassin mesurait 164 pi x 98 pi (50 m x 30 m) et avait une profondeur d'environ 10 pi (3 m). Les essais y ont été effectués dans une profondeur d'eau de 6,4 pi (1,95 m), ce qui représentait, à l'échelle de 1:40, une profondeur de 256 pi (78 m) à l'emplacement de l'*Ocean Ranger*. Les fig. 12 et 13 illustrent la disposition générale du bassin et du modèle. Montés sur la paroi du bassin, trois servomoteurs à régime élevé, alimentés en courant continu et commandés par ordinateur étaient reliés au modèle par des filaments de nylon tressés. Ces moteurs servaient à appliquer au modèle les forces et moments, qui variaient en fonction de la charge de vent requise.

Aux fins du programme d'essais, on a utilisé deux directions de houle (240° et 280°). Dans les deux cas, il a fallu tronquer dix des douze amarres à la longueur où elles atteignaient les parois du bassin. À chacun de ces points, la ligne d'ancrage passait par une poulie fixe, remontait vers un ressort simulant l'élasticité des lignes et aboutissait à une bobine d'enroulement permettant d'ajuster au préalable la tension appliquée à cette ligne. Les chercheurs du NHL ont procédé à une analyse statique des systèmes d'ancrage à l'échelle réelle et à l'échelle du modèle réduit en ayant recours au programme ANKAN. Cette analyse s'appliquait aux systèmes d'ancrage des deux bassins, soit celui du NHL et celui du CNR. Les essais pratiques consistaient à mesurer la force requise pour déplacer le modèle ancré dans la direction du pillonnement et dans la direction du roulis.

Les objectifs globaux des essais (171 au total) effectués dans les deux bassins comportaient diverses phases qui étaient ou pouvaient être applicables à la situation de l'*Ocean Ranger* entre 2200Z (18 h 30 HNT) environ, le 14 février 1982, et 0800Z (04 h 30 HNT), le matin du 15 février.

Le premier objectif consistait à étudier le comportement de la plate-forme décrochée à compter de 2200Z. L'ensemble des données relatives à la variance des paramètres lors des 81 essais était le suivant : tirant d'eau de 79 pi; GM de flottaison libre de 8,86 pi à -0,54 pi;

assiette initiale de 0° (de niveau) à + 8° (par l'avant); toutes amarres tendues au préalable ou amarres sous le vent relâchées; direction du vent de 280° vrais; période comprise entre 2200Z et 0918Z (essais de durée variant entre 1 heure et 10 heures). Lors de certains essais, une vague transitoire d'une hauteur d'environ 90 pi a été simulée.

Au cours des plongées d'inspection de juillet 1982, les sondages des réservoirs n° 10 ont indiqué qu'on avait pu procéder à une opération de délestage. Ce deuxième objectif visé par les essais (13) comportait l'ensemble de paramètres suivant : tirant d'eau de 72 pi; GM de flottaison libre de 5,82 pi ou de 2,54 pi; assiette initiale de 0° (de niveau) à +4° (par l'avant); toutes amarres tendues au préalable ou amarres sous le vent relâchées; direction de la houle de 240° vrais; direction du vent de 280° vrais; période comprise entre 2300Z et 2400Z ou 0500Z et 0600Z.

Le troisième objectif consistait à vérifier l'hypothèse d'une fuite accidentelle, qui aurait expliqué les résultats des sondages effectués dans les réservoirs de la coque inférieure. L'ensemble des données relatives à la variance des paramètres lors des 30 essais effectués était le suivant : tirant d'eau de 93 pi; GM de flottaison libre de 8,11 pi; assiette initiale de -4° (par l'arrière) à + 12° (par l'avant) : toutes amarres tendues ou amarres sous le vent relâchées; direction du vent de 280° vrais; direction de la houle de 240° vrais ou de 280° vrais; période comprise entre 2300Z et 2400Z ou 0500Z et 0600Z, et simulation de vagues transitoires lors de certains essais.

Le quatrième objectif consistait à vérifier l'hypothèse qu'on ait transféré de l'eau de ballast par mégarde, ce qui aurait réduit au minimum le contenu des réservoirs de la coque inférieure, en supposant que les sondages effectués lors des plongées d'inspection aient été erronés. L'ensemble des données relatives à la variance des paramètres lors des 5 tests effectués était le suivant : tirant d'eau de 86 pi; GM de flottaison libre de 6,51 pi; direction du vent de 280° vrais et direction de la houle de 240° vrais.

Le cinquième objectif concernait l'hypothèse d'un transfert fortuit de l'eau de ballast dans les réservoirs de la coque inférieure, là où l'on avait trouvé des tiges de commande manuelle insérées dans les soupapes à solénoïdes. On a procédé, au total, à 15 essais en utilisant les paramètres suivants : tirant d'eau de 72 pi, de 79 pi, de 66 pi et de 93 pi; GM de flottaison libre de 4,64 pi à 8,11 pi; assiette initiale de -4° (par l'arrière) à 0° (de niveau); toutes amarres tendues; direction du vent de 280° vrais; direction de la houle de 240° vrais; période comprise entre 0500Z et 0700Z (essais d'une durée d'une heure).

On n'a effectué qu'un seul essai pour simuler l'impact des pontons de la plate-forme contre le fond marin. Les conditions initiales dans lesquelles s'est déroulé l'essai (logements et puits aux chaînes inondés) correspondaient aux conditions finales dans lesquelles avaient été effectués les essais précédents (tirant d'eau de 93 pi) concernant l'objectif 5. Ces essais avaient été réalisés dans les conditions suivantes : GM de flottaison libre de 8,11 pi; soupapes de ballasts ouvertes; direction du vent et de la houle de 280° vrais et simulation de vagues transitoires.

Une dernière batterie d'essais a été réalisée dans les conditions susceptibles d'avoir eu une incidence sur la perte de l'*Ocean Ranger*. Les six premiers essais comportaient les paramètres suivants : tirant d'eau de 72 pi; GM_1 de flottaison libre de 5,82 pi; amarres traînantes; conduites de ballasts et logements ouverts; vent nul; direction de la houle de 280° vrais; périodes de simulation comprises entre 0500Z et 0700Z (à intervalles d'une heure). Cette série comportait notamment deux essais importants, lors desquels on a inondé tout le pont inférieur ainsi que les deux colonnes avant. Seuls ces deux essais ont eu pour résultat le chavirement du modèle.

Trois essais se sont déroulés dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 79 pi; GM_1 de flottaison libre de 0,96 pi; assiette initiale de 0°; soupapes de ballasts et logements fermés, et vent nul. Ces essais ont été effectués à l'aide d'un spectre JONSWAP et comportaient la simulation de vagues à crête courte, de vagues à crête longue et, finalement, de vagues croisées régulières à crête longue. Quatre essais ont également été effectués à partir du même tirant d'eau (79 pi) et dans les conditions suivantes : GM_1 de référence de 1,36 pi à 4,64 pi; vent nul; direction de la houle de 240° vrais et période comprise entre 2300Z et 2400Z ou 0600Z et 0700Z. Deux autres essais ont été réalisés dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 79 pi; GM de flottaison libre de 4,64 pi; amarres traînantes; vent nul et conduites de ballasts, colonnes avant, logements et pont inférieur ouverts. Ces derniers essais étaient analogues aux deux essais effectués à un tirant d'eau de 72 pi, sauf qu'ils se sont tous deux déroulés dans une période de simulation comprise entre 0500Z et 0700Z.

Une série de quatre essais a également été réalisée à un tirant d'eau de 79 pi et dans les conditions suivantes : GM de référence de 2,86 pi ou de 4,64 pi; vent sans houle (de 280° vrais) et période de simulation comprise entre 2200Z et 2300Z.

Par ailleurs, afin d'étudier le phénomène de l'inclinaison provoquée par la houle, on a effectué sept essais. Trois de ces essais se sont déroulés dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 79 pi; GM_1 de flottaison libre de 0,30 pi; direction de la houle de 240° et vent nul. Ces essais faisaient appel à la simulation de vagues régulières ou à l'utilisation d'un spectre JONSWAP. Les quatre autres essais se sont déroulés dans des conditions similaires, à un tirant d'eau de 72 pi et à un GM de flottaison libre de 1,0 pi ou de 1,76 pi.

Les objectifs du deuxième volet du programme d'essais de modèles comportaient une série de dix-huit essais visant à étudier le comportement de la plate-forme dans des conditions autres que celles qui étaient susceptibles d'avoir entraîné la perte de l'*Ocean Ranger*.

Une série de quatre essais a été réalisée dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 58 pi; GM de flottaison libre de 1,87 pi; toutes amarres tendues ou relâchées; direction du vent et direction de la houle de 280° vrais et période comprise entre 2300Z et 2400Z. Un seul essai a été effectué dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 64 pi; GM de fottaison libre de 4,92 pi et toutes amarres tendues; direction du vent de 280° vrais; direction de la houle de 240° vrais et période comprise entre 0500Z et 0600Z.

Cinq essais ont comporté l'utilisation d'amarres entièrement formées de chaînes dans les conditions suivantes : tirant d'eau de 80,8 pi ou de 65,3 pi; GM de flottaison libre de 4,92 pi à -0,54 pi; direction du vent de 280° vrais; direction de la houle de 240° vrais et période comprise entre 0500Z et 0600Z.

Les huit derniers essais sont les seuls à s'être déroulés dans une profondeur d'eau autre que 255 pi, soit 400 pi. Les conditions étaient les suivantes : tirant d'eau de 79 pi; GM de flottaison libre de 4,64 pi ou de 1,36 pi; assiette initiale de 0° (de niveau), de +4° (par l'avant) ou de -4° (par l'arrière); direction du vent de 280° vrais; direction de la houle de 240° vrais et périodes comprises entre 2200Z et 0342Z, 0337Z et 0918Z ou 0500Z et 0600Z. Les amarres formées de fils d'acier et de chaînes avaient été tendues au préalable ou étaient relâchées (pour 1 essai).

Ces dernières séries d'essais ont été réalisées avec la collaboration du personnel du programme de recherches sur la stabilité des plates-formes mobiles (MOPS), programme subventionné par le Norvegian Maritime Directorate (NMD), la Norvegian Offshore Association (NOF) et le Department of Energy (DOE) du Royaume-Uni.

Dans les conditions normales qui s'appliquaient à l'*Ocean Ranger* le 14 février 1982, c'est-à-dire compte tenu d'un tirant d'eau de 79 pi à l'ancrage et d'un GM de flottaison libre de 4,64 pi, le comportement ou les mouvements du modèle hydrodynamique n'ont révélé aucun problème de stabilité. Toutefois, avec la tempête qui faisait rage, il aurait été prudent de délester la plate-forme jusqu'à un tirant d'eau de survie, afin d'éviter d'endommager la structure des ponts ou encore de prévenir l'inondation des puits aux chaînes par les vagues d'une hauteur excessive.

Il ne semble pas que la plate-forme ait été susceptible de chavirer à un tirant d'eau de 79 pi ou de 86 pi, à moins qu'elle ait subi l'assaut de grosses vagues transitoires ou que son assiette initiale ait été supérieure à 10° par l'avant. Or, au cours de la série d'essais, cette dernière condition n'a été réalisée que lorsque les amarres étaient relâchées et que la distance métacentrique était la plus faible.

A un tirant d'eau de 93 pi, l'incidence de l'inondation des puits aux chaînes augmentait de façon marquée. Les essais ont démontré que l'eau atteignait le pont lorsque l'assiette de la plate-forme était de 4° par l'avant. Cependant, l'inondation comme telle ne survenait qu'à une assiette d'environ 8° par l'avant, lorsque les amarres étaient relâchées, et qu'à une assiette d'environ 12° par l'avant, lorsque toutes les amarres étaient tendues. Une fois que les vagues eurent commencé à déferler sur le pont du modèle hydrodynamique, les puits aux chaînes se sont remplis très rapidement, d'une part, en raison de la grandeur de l'ouverture des écubiers et, d'autre part, parce que le débit augmentait au fur et à mesure que le modèle s'inclinait par l'avant. Une fois que l'eau eut commencé à les envahir, l'inondation complète des puits aux chaînes était inévitable.

Les essais qui ont été effectués à un tirant d'eau de 72 pi, de 79 pi et de 93 pi, et lors desquels on a laissé circuler librement l'eau de ballast parmi les réservoirs dont les soupapes portaient une tige de commande manuelle, se sont soldés par une inclinaison dangereuse par l'avant du modèle. Cette inclinaison dépassait 15° et entraînait l'inondation progressive et critique des puits aux chaînes avant.

Le modèle hydrodynamique a chaviré par l'avant lors d'un essai effectué à un tirant d'eau de 72 pi à l'ancrage et à un GM de flottaison libre de 5,82 pi. Toutefois, les soupapes de ballasts devaient être ouvertes et les colonnes avant, les puits aux chaînes et les locaux des ponts inondés. Des essais analogues, en fonction d'un tirant d'eau de 79 pi et d'un GM de flottaison libre de 4,64 pi, ont donné le résultat suivant : le modèle a coulé jusqu'au fond, où ses pontons se sont déposés à un angle d'environ 56°.

On a également effectué un essai d'impact contre le fond, afin de déterminer si le modèle hydrodynamique chavirerait à un tirant d'eau initial de 93 pi à l'ancrage et à un GM de flottaison libre de 8,11 pi. On a donc simulé l'écoulement de l'eau de ballast dans les pontons et l'inondation des puits aux chaînes avant, des locaux des ponts ainsi que du réservoir d'équilibrage de bâbord. On a également

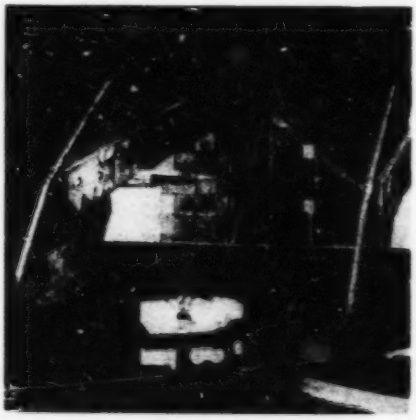


FIGURE 1 Dispositif de commande hydraulique—cadre contrôlé pour l'immersion de modèles de ponts à l'échelle 1:15 et 1:40—CNR

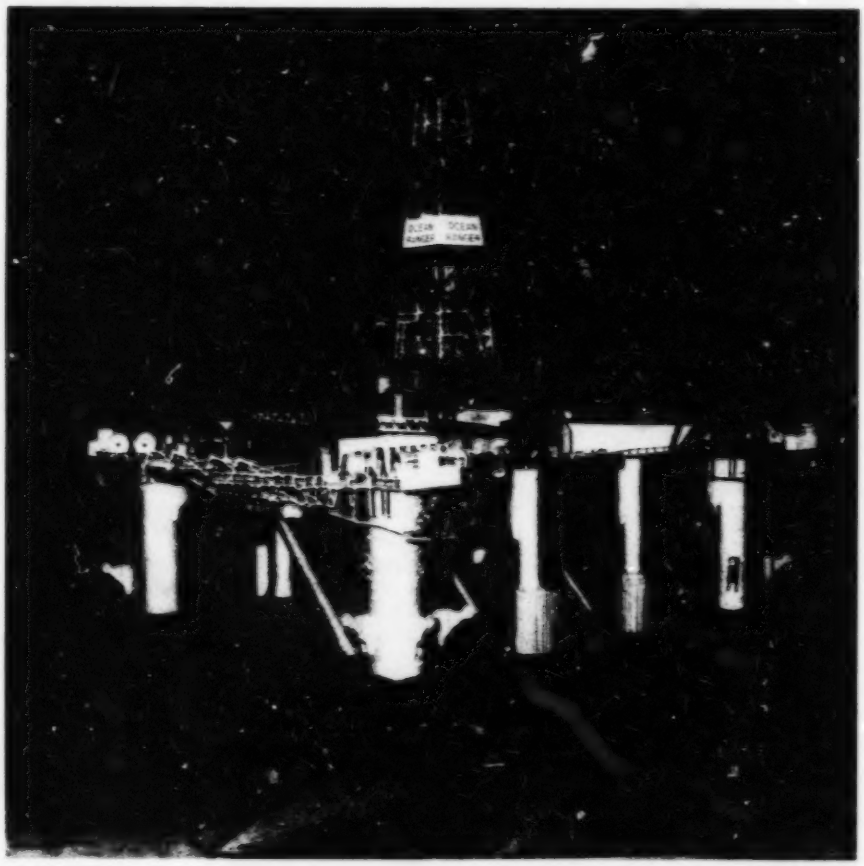


FIGURE 2 Vue du modèle avec détail du pont et des colonnes – EAN

simulé des vagues transitoires dont la hauteur pouvait atteindre 90 pi, pour voir si le modèle allait chavirer. Lors de l'essai, le modèle s'est déposé lourdement sur le fond à un angle d'inclinaison longitudinale d'environ 52°. De toute évidence, il était peu probable que l'*Ocean Ranger* eût chaviré à ce tirant d'eau.

L'essai portant sur l'inclinaison provoquée par la houle a démontré qu'à un tirant d'eau de 72 pi à l'ancrage et à une distance métacentrique très faible, le modèle hydrodynamique atteignait des angles d'inclinaison constants, en dépit des vagues irrégulières.

Par ailleurs, les essais qui se sont déroulés à un tirant d'eau de survie de 58 pi et à un GM de flottaison libre de 1,87 pi ont résulté en une diminution de la stabilité, en raison de l'emplacement des stabilisateurs, lorsque l'inclinaison par l'avant était supérieure à environ 1°. Lors de l'essai où l'on a simulé des vagues irrégulières, les mouvements du modèle hydrodynamique étaient erratiques, et on a mesuré des angles d'inclinaison constants par l'avant pouvant atteindre 4° au maximum.

Le conseiller technique principal de la Commission royale d'enquête a conclu que la plate-forme pouvait chavirer à tous les tirants d'eau jusqu'à 82 ou 83 pi inclusivement, mais que cela n'était pas possible à un tirant d'eau de 93 pi. Son analyse fait état d'un facteur de contingence lié à l'heure où le naufrage est survenu : en effet, lors de l'essai à un tirant d'eau de 79 pi, l'eau a continué d'envahir l'entrepont jusqu'à ce qu'une grosse vague menaçât de faire chavirer le modèle; or, une fois que la plate-forme est sur le point de chavirer, une vague assez grosse doit survenir avant que l'inondation de l'entrepont n'augmente le déplacement de la plate-forme et ne l'empêche ainsi de chavirer.

Le programme d'essais de modèles a résulté en une meilleure compréhension du comportement général de la plate-forme à certains tirants d'eau, et il a clairement démontré l'importance du système d'ancrage en eaux peu profondes. On a remarqué des mouvements d'importance à la fréquence propre de la plate-forme, outre ceux qui ont été observés à la fréquence de la houle, en fonction de différentes valeurs de GM. Les angles d'envahissement par les hauts ont fait l'objet d'une étude à différents tirants d'eau et se sont révélés inférieurs aux prévisions figurant dans l'étude réalisée par la Garde côtière des États-Unis. En général, les essais ont clairement démontré que l'*Ocean Ranger* se comportait assez bien lorsque son assiette était nulle. Toutefois, avant cette série d'essais, le comportement des plates-formes semi-submersibles à différents angles d'inclinaison n'avait pas fait l'objet d'études approfondies. Les données résultant de cette série d'essais devraient favoriser une meilleure compréhension de ce phénomène important.

Les progrès techniques qui ont été réalisés dans le domaine des essais de modèles s'appliquent, notamment, à la construction de modèles, à la simulation de champs de houle et de vent réalistes, à la simulation des effets du transfert de lest et de surface libre, à la simulation de l'inondation des puits aux chaînes et à la simulation des systèmes d'ancrage et des effets secondaires de la houle. Les chercheurs du NHL et du CNR ont mené à bien un programme d'essais très complexe et très détaillé, dont les données devraient servir à d'autres analyses qui viendraient compléter les connaissances actuelles dans le domaine du comportement des plates-formes semi-submersibles.

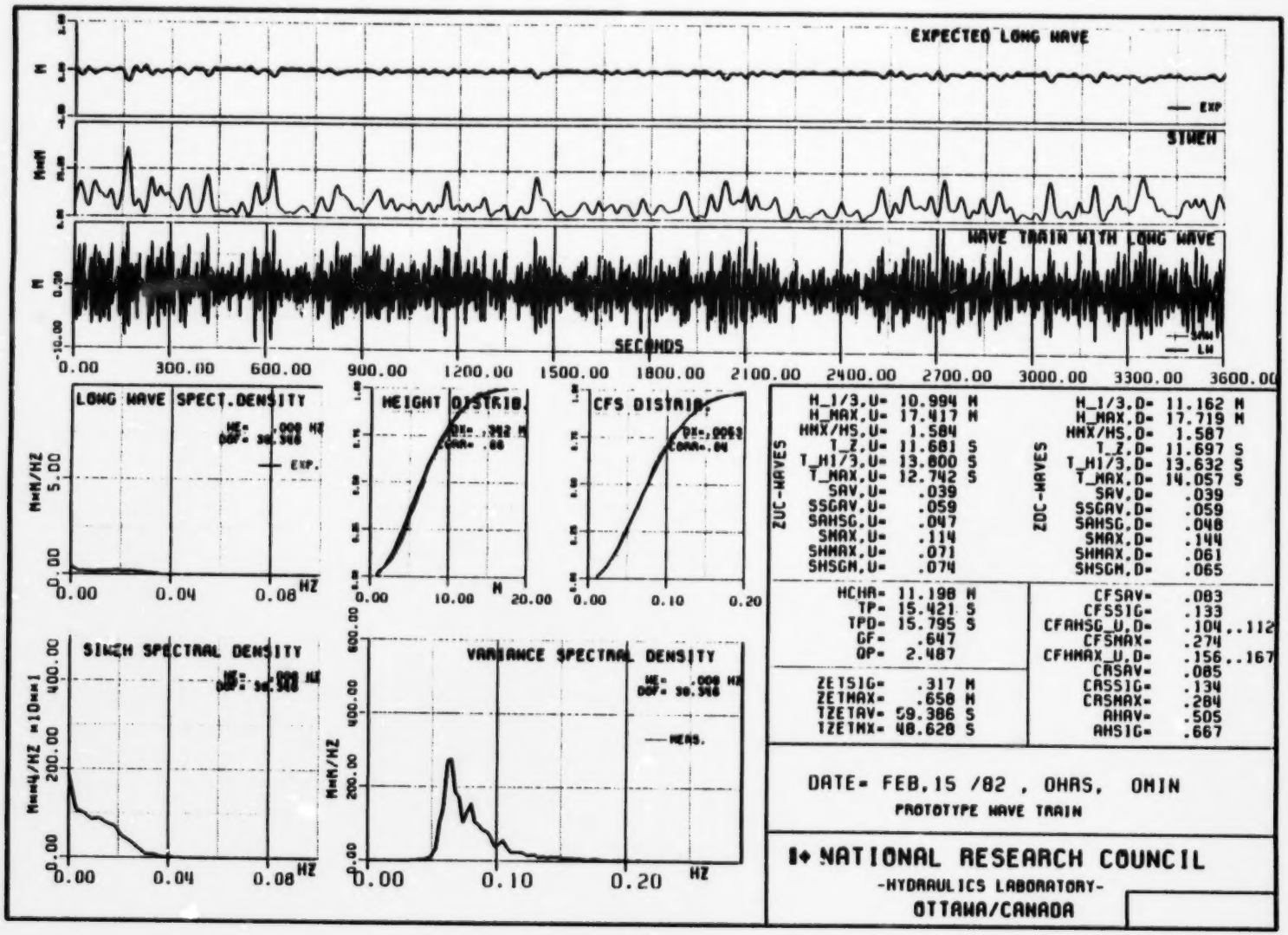


FIGURE 3 Série de vagues prototype— CNR

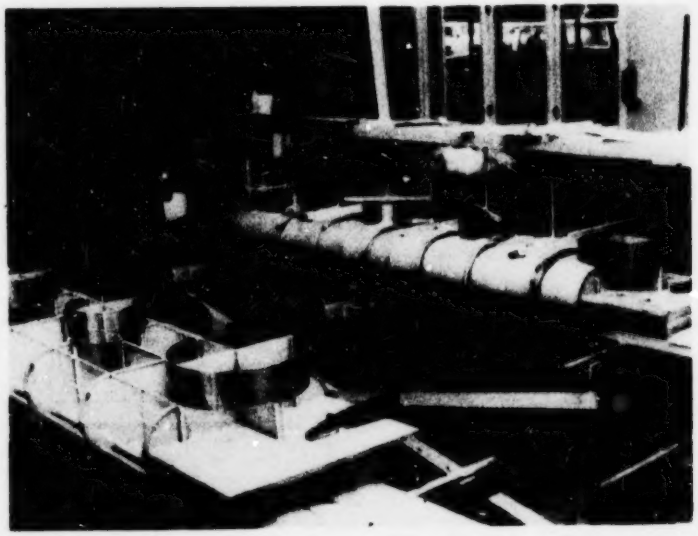


FIGURE 4 Pontons en cours de construction — NHL

FIGURE 5 Montage du modèle — NHL

FIGURE 6 Réglage du centre de gravité — NHL

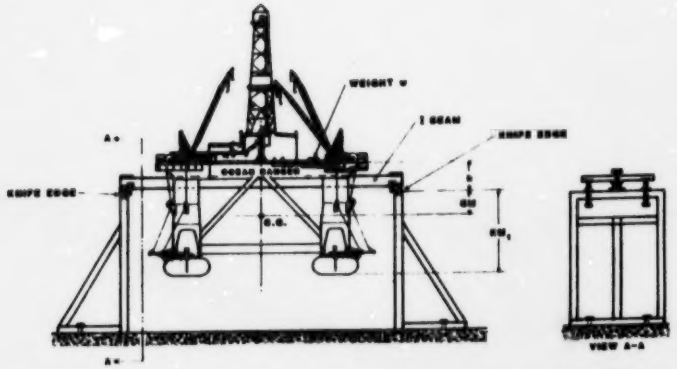


FIGURE 7 Cadre pour tests d'inclinaison de modèle hydrodynamique — CNR

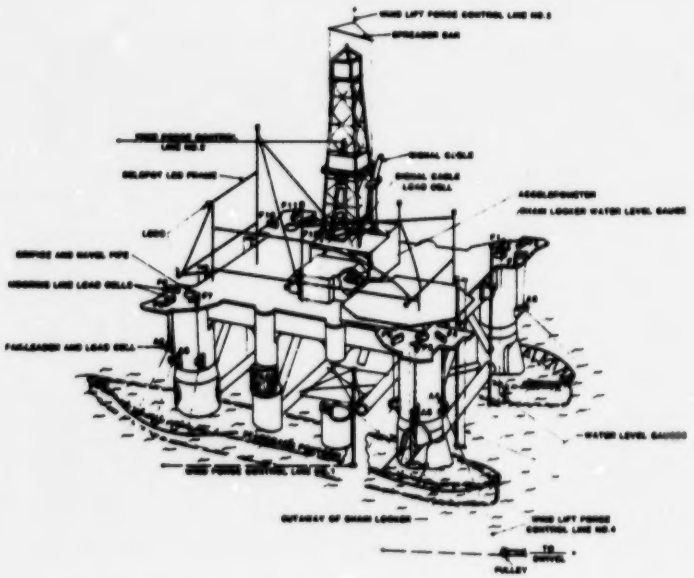


FIGURE 8 Instrumentation du modèle hydrodynamique — CNR

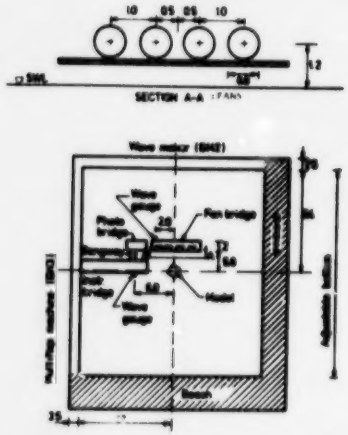
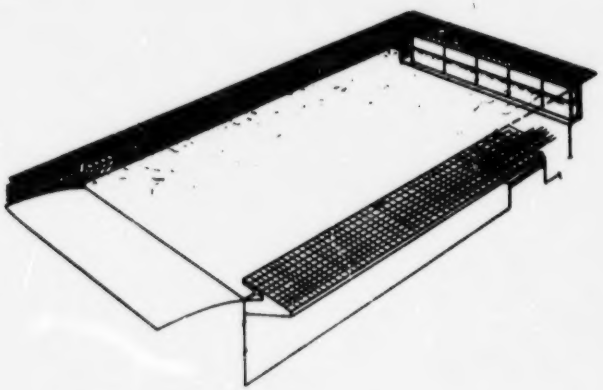
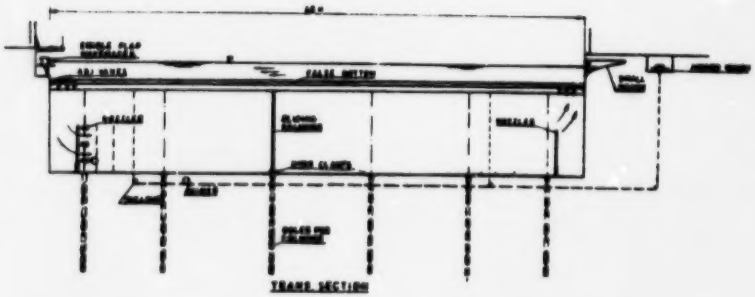


FIGURE 10 Disposition pour les essais — NHL





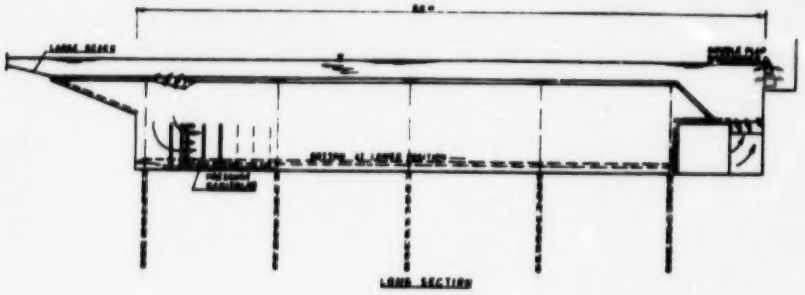


FIGURE 9 Conception du bassin d'essais — NHL

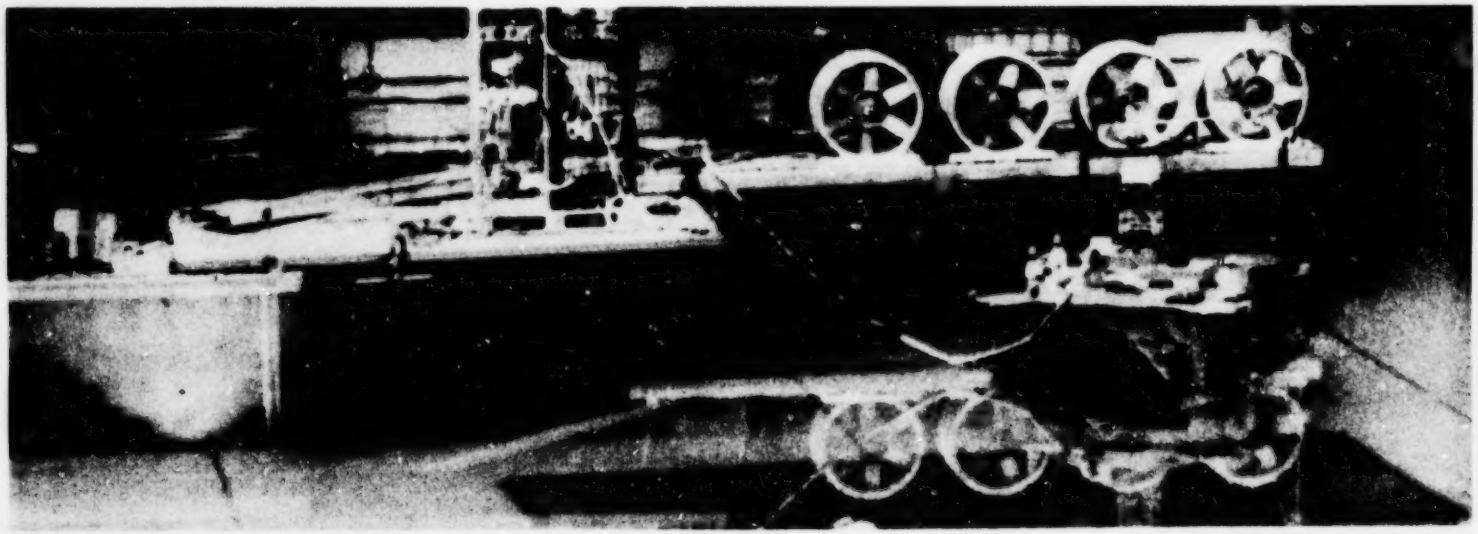


FIGURE 11 Disposition générale pour les essais — NHL

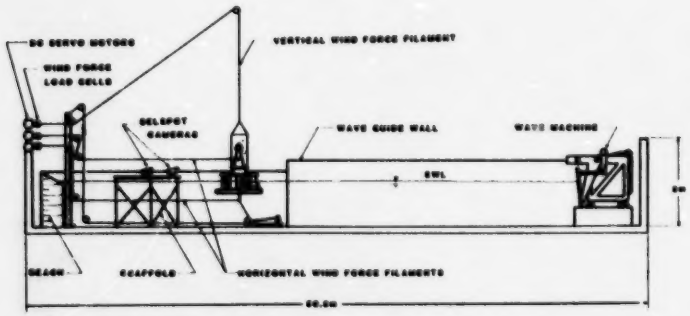


FIGURE 12 Élévation du bassin d'essais — CNR

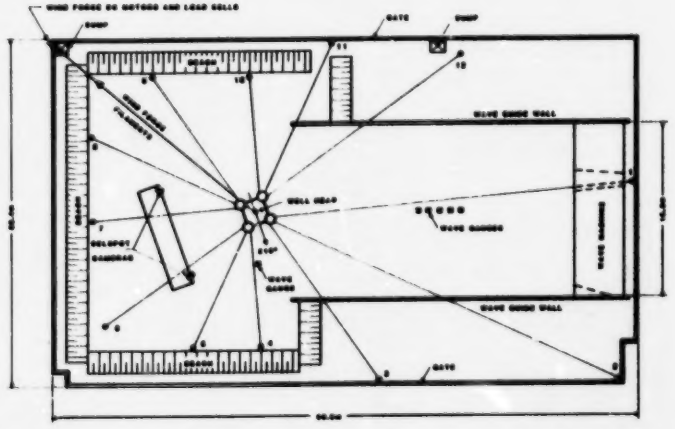


FIGURE 13 Disposition des amarres pour les essais dans le bassin (houle venant de 240° et vent de 280°) — CNR

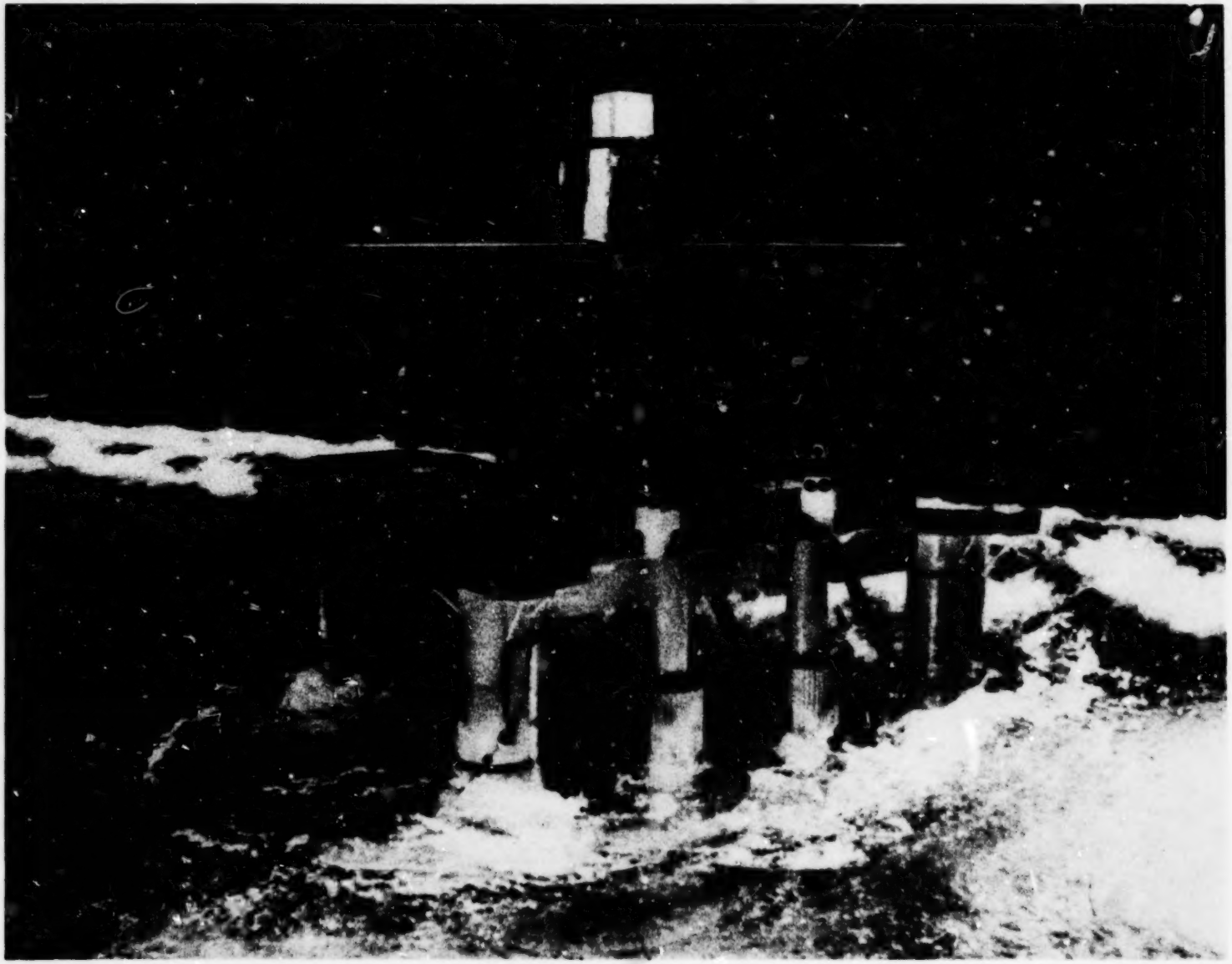


FIGURE 14 Le modèle hydrodynamique de l'*Ocean Ranger* dans le bassin d'essais du NHL

APPENDICE F-8
Analyse de la performance de l'équipement de sauvetage

R.L. MARKLE, Chef par intérim,
Survival Systems Branch
Merchant Vessel Inspection Division
Office of Merchant Marine Safety
U.S. Coast Guard

INTRODUCTION

L'unité mobile de forage en mer *Ocean Ranger* a sombré au cours des premières heures du 15 février 1982 dans l'océan Atlantique, à environ 175 milles marins à l'est de St. John's, Terre-Neuve. Les 84 personnes à bord sont toutes présumées mortes par suite du naufrage; 22 corps ont été récupérés. La principale cause du décès des 22 victimes a été identifiée comme étant l'hypothermie (c'est-à-dire, la perte de chaleur du corps provoquée, dans le présent cas, par l'immersion dans l'eau froide). Au moment du sinistre, la température de l'eau était d'environ 31°F (-0,7°C). À la suite de cet accident, le U.S. Coast Guard Marine Board of Investigation et le National Transportation Safety Board ont recommandé que des vêtements protecteurs soient fournis à toutes les personnes se trouvant à bord de pareilles installations exploitées dans des eaux présentant de grands risques d'hypothermie.

L'*Ocean Ranger* a été construite au Japon. Étant au début sous pavillon panaméen, l'installation était dotée d'un équipement de sauvetage qui n'était pas nécessairement conforme aux exigences de la Garde côtière des États-Unis. En 1979, l'installation passait au pavillon des États-Unis et, à cette époque, les propriétaires auraient dû se conformer aux exigences établies par la Garde côtière des États-Unis en ce qui concerne l'équipement de sauvetage (46 CFR 108.501 – 108.527, ainsi qu'aux dispositions de la Navigation and Vessel Inspection Circular (NVC) 3-78). Appliqués à l'*Ocean Ranger*, ces règlements stipulent que l'installation doit être dotée d'embarcations de sauvetage fermées pour 100 % des personnes à bord (100 personnes), de radeaux de sauvetage mis à l'eau par bossoir pour 100 % des personnes à bord (ou d'embarcations de sauvetage fermées supplémentaires pour 100 % des personnes à bord) et de brassières de sauvetage pour 125 % des personnes à bord. (Un certain nombre d'autres articles, qui n'ont pas été invoqués dans le cas du présent sinistre, sont également nécessaires.) Le Coast Guard Marine Inspection Office de Providence, Rhode Island, a émis une lettre en date du 18 décembre 1979, après la première inspection de certification. Cette lettre, indiquait que l'installation devait être dotée d'embarcations de sauvetage fermées et de radeaux de sauvetage mis à l'eau par bossoir qui soient tous approuvés par la Garde côtière des États-Unis avant l'inspection de certification suivante, qui devait avoir lieu en décembre 1981. (Voir la référence 15 de la liste figurant à la page 379.) Au moment du sinistre, l'équipement de sauvetage comprenait:

2 embarcations de sauvetage fermées non approuvées, installées sous bossoirs et opérationnelles (capacité totale de 100 personnes);

1 embarcation de sauvetage fermée approuvée par la Garde côtière des États-Unis, installée sous bossoirs et opérationnelle (l'installation de l'embarcation n'avait pas été inspectée ni acceptée par la Garde côtière au moment du naufrage – capacité totale de 58 personnes);

1 embarcation de sauvetage fermée approuvée par la Garde côtière des États-Unis, arrimée sur le pont et non opérationnelle (capacité totale de 58 personnes);

10 radeaux de sauvetage pneumatiques approuvés par la Garde côtière des États-Unis, (non mis à l'eau par bossoir – capacité totale de 200 personnes);

127 brassières de sauvetage portant une étiquette attestant l'approbation de la Garde côtière des États-Unis, (voir la partie BRASSIÈRES DE SAUVETAGE), dotées de voyants et de matériel rétroréfléchisant

- gilets de travail approuvés par la Garde côtière des États-Unis, (quantité inconnue).

Comme cet équipement n'a pas permis de sauver la vie de quiconque à bord de l'*Ocean Ranger*, le Marine Board of Investigation a demandé que la présente analyse de la performance de l'équipement soit effectuée. À cette fin, les documents et dossiers du Coast Guard Marine Board of Investigation ont été étudiés et l'équipement de sauvetage récupéré de l'*Ocean Ranger* a été examiné et vérifié.

EMBARCATIONS DE SAUVETAGE

À l'époque où l'*Ocean Ranger* a été construite, elle était équipée de deux embarcations de sauvetage fermées Harding fabriquées par Björke Båtbyggeri (maintenant Harding AS) de Rosendal, Norvège. Ces embarcations étaient identiques; chacune mesurait 26 pi de largeur et avait une capacité nominale de 50 personnes. La coque et le toit de l'embarcation en plastique renforcé de fibre de verre ont été fabriqués selon les méthodes et avec les matériaux habituellement utilisés pour ce type de construction. L'embarcation est propulsée par un moteur diesel Saab et peut atteindre environ 6 nœuds. Elle est censée se redresser automatiquement, c'est-à-dire qu'en cas de chavirement, elle se remet en position normale, pourvu que tous les occupants soient assujettis à leur siège par les ceintures de sécurité et qu'il y ait peu d'eau à l'intérieur de l'embarcation.

Le dispositif de mise à l'eau des embarcations Harding est de type Mills; c'est-à-dire que l'embarcation n'est lancée que lorsque son poids n'est plus supporté par les garants (déclenchement sans charge). Ce dispositif permet d'éviter que l'embarcation ne soit lancée avant qu'elle ne soit à flot. Une seule poignée située à l'arrière, près de la barre de soutien du dispositif de mise à l'eau, à l'intérieur de l'embarcation, permet de contrôler le dispositif. Les câbles attachés à cette poignée commandent les crochets délesteurs avant et arrière. Lorsque le poids de l'embarcation n'est plus supporté par les crochets, le fait de tirer sur la poignée annule l'effet des contrepoids et déclenche l'ouverture simultanée des crochets. Lorsque le dispositif de mise à l'eau porte le poids de l'embarcation, la force nécessaire pour déclencher les crochets dépasse celle qui peut être exercée à la main, ce qui empêche le déclenchement en charge.

L'une de ces embarcations (n° 1) était installée à l'avant de l'*Ocean Ranger*, un peu à bâbord de la ligne centrale. L'autre (n° 2) était à l'arrière, également à bâbord du centre de la plate-forme. Pour se conformer au règlement concernant la capacité obligatoire de 200 % (du personnel à bord) des embarcations et des radeaux de sauvetage lancés par bossoir, les propriétaires de l'*Ocean Ranger* ont passé un contrat avec la Watercraft America pour l'acquisition d'embarcations approuvées par la Garde côtière (référence 6). La nuit du naufrage, une de ces embarcations (n° 4) était installée à l'arrière de la plate-forme, un peu à tribord de la ligne du centre. L'embarcation n° 3 devait être installée à l'avant, à tribord de la ligne centrale, mais cela n'avait pas encore été fait, et l'embarcation était arrimée sur le pont de l'*Ocean Ranger* (référence 11c).

Les embarcations Watercraft America ont été construites à l'usine de la société à Edgewater, Floride. Les embarcations étaient identiques; chacune mesurait 28 pieds de longueur et avait une capacité nominale de 58 personnes. Leur construction était semblable à celle des embarcations Harding, car le plastique renforcé de fibre de verre avait également été utilisé pour la coque et le toit. Leur propulsion était assurée par un moteur diesel Westerbeke (moteur marin Perkins) pouvant pousser l'embarcation à une vitesse d'environ 6

nœuds. L'embarcation était censée se redresser automatiquement tout comme l'embarcation Harding. Le dispositif de lancement à déclenchement en charge, de marque Rottmer, permettait de dégager l'embarcation des garants en tout temps, même lorsque les garants supportaient le poids de l'embarcation.

En octobre 1981, la Garde côtière des États-Unis a publié la NVC 10-81 concernant la certification et l'inspection de certaines catégories de navires existants, y compris les navires battant pavillon étranger à l'origine et vendus à des armateurs américains. Cette NVC comprenait une rubrique portant sur l'acceptation des embarcations de sauvetage qui n'ont pas été construites selon les exigences d'approbation et d'inspection de la Garde côtière. On y énonçait les caractéristiques jugées essentielles à la bonne performance des embarcations de sauvetage. Si les embarcations de sauvetage d'un navire existant étaient conformes à toutes ces exigences, elles pouvaient être utilisées sur le navire tant qu'elles étaient en état de fonctionner. Si cette NVC avait existé lorsque l'*Ocean Ranger* a été immatriculée aux États-Unis et si les embarcations de sauvetage avaient été inspectées selon les exigences stipulées, on aurait pu déceler les lacunes suivantes :

a. Le dispositif de mise à l'eau était de type Mills (voir paragraphes précédents). Or, la NVC 10-81, stipulait que le dispositif de lancement devait être contrôlé d'un seul endroit, pour déclencher les crochets simultanément lorsque l'embarcation était encore totalement supportée par les garants (déclenchement en charge). Le dispositif de mise à l'eau en charge le plus courant est le dispositif à déclenchement mécanique Rottmer; toutefois, d'autres types de dispositifs servant aux mêmes fins ont été approuvés dernièrement. Depuis les années 1940, ce type de dispositif est obligatoire sur les embarcations de sauvetage approuvées par la Garde côtière des États-Unis et installées sur les navires de haute mer, parce qu'il permet de mettre l'embarcation à l'eau, que le navire soit en marche ou arrêté dans le courant et de dégager l'embarcation au moment opportun, par gros temps. La modification du dispositif de mise à l'eau en charge des embarcations Harding aurait nécessité un changement majeur.

b. Comparativement à la capacité d'embarcations semblables approuvées par la Garde côtière des États-Unis, la capacité nominale (50 personnes) de l'embarcation Harding semblait légèrement élevée. L'application de la NVC 3-79 (mentionnée dans la NVC 10-81) aurait pu entraîner une diminution de la capacité nominale de 1 à 3 personnes.

c. Selon la NVC 10-81, le moteur devait être démarré à la main ou à l'aide d'un dispositif actionné à la main à 20°F sans dispositif de démarrage auxiliaire. Par contre, le démarrage à froid du moteur à l'aide d'un dispositif auxiliaire était permis si ce dispositif était installé de façon permanente et si le moteur pouvait démarrer à 5°F avec dispositif auxiliaire et à 40°F sans dispositif auxiliaire. Le moteur Saab était doté d'un système de démarrage à manivelle, mais on ignore s'il pouvait démarrer à 20°F sans dispositif auxiliaire. Si l'utilisation du dispositif avait été nécessaire, il n'aurait pas été acceptable comme dispositif permanent, parce qu'il fallait d'abord retirer, à l'aide d'une clé anglaise, deux bouchons filetés du côté du bloc-moteur, verser du mazout ou mettre une «cigarette» dans les orifices, puis revisser les bouchons. Un des témoins appelés devant le Marine Board a indiqué que, sur l'*Ocean Ranger*, des lampes chauffantes étaient placées dans le compartiment-moteur des embarcations de sauvetage pour faciliter leur démarrage à froid et qu'un contenant d'éther y était également rangé (référence 11g).

EMBARCATION DE SAUVETAGE Nº 1

Quand l'embarcation n° 1 a été aperçue et récupérée, le lendemain du naufrage, elle était pleine d'eau, redressée et enfoncée de l'arrière. Il y avait un grand trou à l'avant, où le support avant du dispositif de mise à l'eau avait coupé la coque et était arraché, ainsi qu'un trou dans le toit, là où l'écoutille arrière et le poste de l'homme de barre auraient dû se trouver. Il n'y avait personne dans l'embarcation au moment de la récupération et il n'y avait aucun corps ni aucune brassière de sauvetage dans les parages (références 11d, 11h). Seulement huit des 12 fusées à main obligatoires ont été trouvées à bord, mais les témoignages indiquent que les fusées aperçues par les occupants des bateaux de soutien ont probablement été lancées de l'embarcation n° 2 (références 11g, 12).

L'embarcation a subi d'autres dommages lorsqu'elle a été récupérée à l'aide de filins. Il semble que ce soit à ce moment que le toit a été écrasé et que la coque a été endommagée à plusieurs endroits (référence 11d). Outre les dommages causés par le dispositif de mise à l'eau, deux parties de l'embarcation semblent avoir été endommagées avant la récupération. Deux entailles en forme de «L» ont été relevées de chaque côté de la coque à plusieurs pieds de la proue. La position de ces entailles correspond à celle des chaumards fixes de bossoir de la plate-forme de lancement; les entailles indiquent que la mise à l'eau de l'embarcation n'était peut-être pas amorcée ou qu'elle venait à peine de l'être lorsque l'embarcation a quitté la plate-forme de lancement. On trouvera l'illustration de l'embarcation et de son dispositif de mise à l'eau à la figure 1.

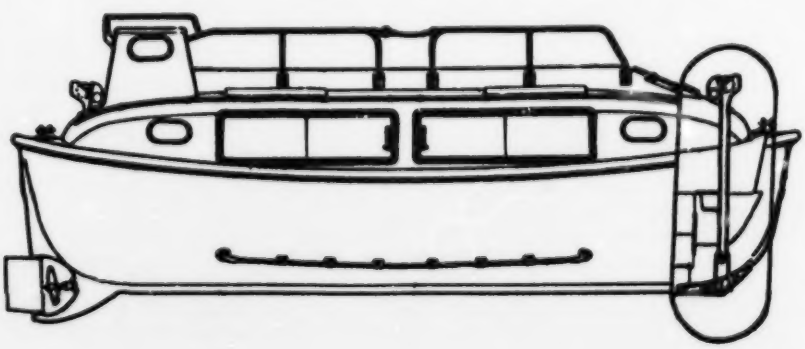


FIGURE 1 Embarcation de sauvetage fermée Harding de 26 pi. On distingue, à l'avant et à l'intérieur, le dispositif de mise à l'eau. Le crochet est fixé à une barre de soutien qui est reliée à la semelle de quille par une goupille. La semelle de quille est moulée à la quille avec de la fibre de verre et sert à faire porter le poids de l'embarcation sur le dispositif de mise à l'eau. La barre de soutien est tenue verticalement par une flasque boulonnée à la fibre de verre au point où la barre de soutien entre dans le toit.

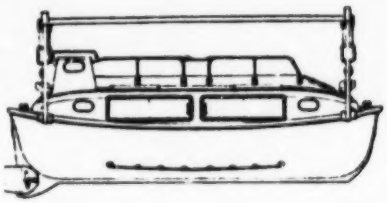


FIGURE 2A Embarcation de sauvetage Harding nº 1 en position d'arrimage normal sous le bossoir.

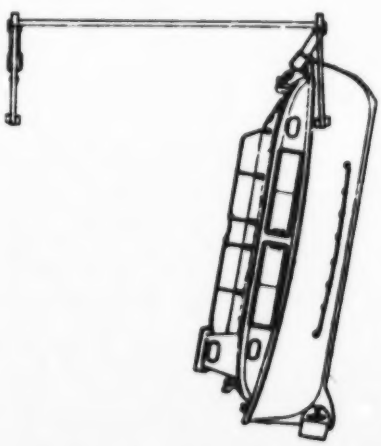


FIGURE 2B Le crochet délesteur arrière a été déclenché, ce qui fait tomber l'arrière de l'embarcation. Les chaumards de bossoir avant qui sont normalement en contact avec le plat-bord s'enfoncent dans la coque et pratiquent des entailles en forme de «L» des deux côtés de la coque.

Les figures 2a à 2d illustrent une série d'événements qui auraient pu causer les dommages subis par l'embarcation. Veuillez noter qu'aucun témoin du lancement de cette embarcation ou de toute autre embarcation n'a survécu au naufrage et que, par conséquent, il n'existe aucun témoignage pour appuyer cette hypothèse. Ces événements hypothétiques ont été avancés d'après les dommages constatés lors de l'inspection de l'embarcation et, de l'avis de l'auteur, ils constituent le scénario le plus probable. Voici la description des événements illustrés aux figures 2a à 2d :

a. L'embarcation nº 1 était à bâbord avant, partie de l'*Ocean Ranger* qui, présume-t-on, a été le premier secteur du pont principal à être submergé. La mer était très agitée à ce moment, de sorte que, lorsque la plate-forme de lancement et l'embarcation de sauvetage ont atteint le niveau de la mer, elles ont été frappées par une série de vagues. Celles-ci étaient si violentes que l'embarcation a été soumise à de forts impacts comme le démontrent la torsion et les dommages subis par la structure de soutien du crochet délesteur arrière et par le laminé de plastique renforcé de fibre de verre l'entourant. Les vagues auraient soulevé et fait retomber l'embarcation plusieurs fois et, lorsque l'embarcation était supportée par une vague, son poids n'aurait plus porté sur le crochet délesteur, ce qui aurait pu facilement faire déclencher le crochet en annulant la force exercée par le contrepoids sur celui-ci. C'est probablement ce qui s'est produit, de sorte que l'embarcation, battue par les vagues, a fait déclencher le crochet arrière. Le poste de l'homme de barre et l'écoutille ont pu être endommagés à ce moment, car le dispositif de lancement arrière était situé à proximité de cet endroit.

b. L'embarcation n'étant soutenue que par le crochet avant, les chaumards fixes de bossoir de la plate-forme de lancement n'étaient plus en contact avec le plat-bord et ont enfoncé la coque au-dessous et à l'arrière de leur position normale, car l'embarcation était coincée entre les chaumards des deux côtés. C'est ce qui a causé les entailles en forme de «L» mentionnées ci-dessus. Si la mise à l'eau avait été amorcée, les chaumards de bossoir ne seraient pas venus en contact avec la coque de cette façon.

c. Comme l'embarcation pendait à la verticale, soutenue par le crochet avant, et peut-être en raison de la force exercée par les chaumards de bossoir sur la coque et du mouvement continuel des vagues, la structure du dispositif de mise à l'eau avant s'est mise à déchirer la proue.

d. Finalement, la semelle de soutien a été arrachée de son attache de quille. L'embarcation, se trouvant alors complètement dégagée de la plate-forme, s'est éloignée de l'*Ocean Ranger*. Les dommages subis par le poste de l'homme de barre ont pu être causés à ce moment, car c'est la pompe de l'embarcation qui a touché l'eau en premier.

Ainsi endommagée, l'embarcation aurait été ouverte et envahie par l'eau; elle aurait flotté de façon stable en position redressée ou renversée en raison de la disposition des compartiments de flottaison remplis de mousse et disposés des deux côtés de la coque. Comme l'embarcation a été immédiatement inondée lorsqu'elle a quitté la plate-forme de lancement et touché l'eau, quiconque s'y trouvant aurait eu beaucoup de difficulté à démarrer le moteur ou à le tenir en marche et à s'éloigner de la plate-forme de forage.

Outre les dommages constatés, un autre élément indique que les préparatifs de mise à l'eau n'avaient pas été complétés; il s'agit du chargeur de batterie. Il était branché à l'alimentation de la plate-forme de forage au moyen d'une rallonge ordinaire. Celle-ci avait apparemment été passée par un des hublots qui avait été refermé sur elle. La rallonge était encore branchée au chargeur se trouvant dans l'embarcation, mais elle était coupée à l'endroit approximatif où se trouvait le hublot fermé par lequel elle avait été passée. Il semble que la rallonge ait cédé à la hauteur du hublot en question lorsque l'embarcation s'est dégagée de la plate-forme de lancement. Par ailleurs, on n'a trouvé aucune lampe chauffante dans le compartiment-moteur ou dans le compartiment de l'alimentation électrique.

Un telex transmis de l'*Ocean Ranger* à ODECO le 11 janvier 1982 indiquait que le câble de contrôle de mise à l'eau de l'embarcation nº 1 frottait sur quelque chose qui gênait sa course. Il s'agissait du câble qui se rend à l'intérieur de l'embarcation et qui doit être tiré et retenu pour mettre l'embarcation à la mer. Selon la teneur du télex, la modification nécessaire pour régler ce problème pouvait être effectuée à bord, mais, par la suite, aucune vérification n'a été faite pour s'assurer que la réparation avait été effectuée; il n'y a également eu aucune discussion pour tenter de déterminer si le problème pouvait entraver l'opération de mise à l'eau de l'embarcation (référence 5). En fait, aucun témoignage n'indique qu'on ait même discuté du problème.

Les ceintures de sécurité auraient été inutiles pour faciliter le redressement automatique de l'embarcation, puisque celle-ci était inondée; toutefois, elles auraient réduit les risques de blessures lorsque l'embarcation s'est détachée de la plate-forme de lancement. La plaque de

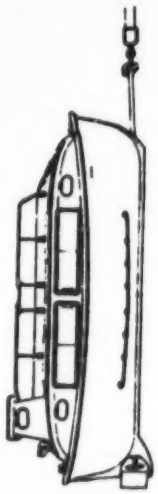


FIGURE 2C (Bossoir non illustré pour plus de clarté) – L'attache de la barre de soutien du dispositif au toit sert à stabiliser la barre de soutien à la verticale en temps normal. Elle ne peut soutenir l'embarcation suspendue par une seule extrémité; elle pivote donc sur la tige la reliant à la semelle de la quille et arrache ainsi l'étrave de la coque.

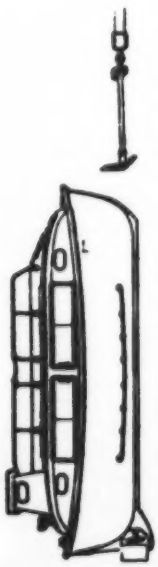


FIGURE 2D La semelle de quille moulée avec la fibre de verre ne peut soutenir l'embarcation dans cette position et est arrachée, ce qui entraîne la séparation du dispositif de mise à l'eau et de l'embarcation, dont l'arrière plonge dans l'eau.

fixation d'une ceinture de cette embarcation a été pliée vers l'intérieur, et la structure de plastique renforcé de fibre de verre qui assujettit le goujou de fixation montre des signes évidents d'étirement dus à cette traction de la plaque vers l'intérieur. Le siège auquel était fixée cette ceinture de sécurité est situé près du compartiment-moteur et de la place de l'opérateur de l'embarcation, où une des premières personnes à embarquer aurait pu s'asseoir. Il est toutefois impossible d'établir si le dommage infligé à la fixation de la ceinture de sécurité a été causé pendant l'abandon de l'*Ocean Ranger*.

La conception des ceintures de sécurité et des fixations semblent comporter des lacunes. Les boucles sont du type ordinairement utilisé dans les avions; c'est-à-dire, une bride à levier qui semble fonctionner facilement. Cet élément s'attache à l'autre moitié de ceinture qui comporte un réglage à glissière. L'extrémité de cette deuxième moitié n'est pas munie d'une attache, et la pièce de réglage peut facilement dépasser l'extrémité de la ceinture, si on la secoue. On a également remarqué qu'il était facile d'installer incorrectement le mécanisme de réglage; le cas échéant, le dispositif de réglage sortirait aussi de la ceinture. De nombreux dispositifs de réglage ont été trouvées dans l'embarcation, dégagées des ceintures. On peut expliquer ce phénomène autrement que par le fait que les pièces de réglage soient sorties des ceintures; il est possible, en effet, qu'elles n'aient pas été adéquates pour retenir les passagers à leur siège. Il n'existe aucune norme connue concernant les ceintures de sécurité des embarcations de sauvetage, mais il en existe en ce qui a trait à la solidité des ceintures de sécurité des automobiles. Pour déterminer si les ceintures de sécurité de l'embarcation de sauvetage étaient adéquates, les autorités ont envoyé trois de celles qui se trouvaient à bord au United States Testing Laboratory pour qu'elles soient soumises aux essais de la Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) 209 de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Un de ces essais consistait à appliquer une charge de 5000 lb à une boucle formée par la ceinture. Une des ceintures a passé l'épreuve avec succès, mais les coutures des deux autres ont cédé. Les mécanismes de réglage ont toutefois résisté à l'épreuve (référence 17). Comme aucune des coutures des ceintures examinées dans l'embarcation ne montrait de signe de faiblesse, il est probable que la défaillance des dispositifs de réglage n'est pas due à la charge qui y a été appliquée.

Les fixations des ceintures aux bancs de l'embarcation ne semblent pas adéquats. Il s'agit simplement de goujons vissés dans des trous borgnes pratiqués dans la structure des bancs en plastique renforcé de fibre de verre et dans une plaque arrière d'environ 1/8 de po à 3/16 de po d'épaisseur, ce qui permet de n'y visser que 2 ou 3 filets du goujon. Le plastique renforcé de fibre de verre ne contribue que dans une faible mesure à retenir les filets des goujons. Or, un certain nombre de goujons ont été arrachés de ces trous et leurs filets ont été rongés. Un des bancs récupérés de l'embarcation nº 2 était endommagé de la même façon aux fixations, et un des trous dont le goujon a été arraché avait été percé jusque dans le compartiment se trouvant sous le banc, un boulon ayant été utilisé à la place du goujon. Cette réparation indique que les fixations posaient des problèmes avant même que le désastre ne se produisit et qu'on ne peut conclure que toutes les fixations ont cédé pendant le naufrage.

En résumé, il n'existe aucune preuve matérielle qui permette de conclure que l'embarcation nº 1 a ou n'a pas été occupée.

EMBARCATION DE SAUVETAGE Nº 2

Lorsque l'embarcation nº 2 a été aperçue pour la première fois, elle était en marche. Elle a accosté le *Seaforth Highlander* et a chaviré lentement lorsque quatre ou cinq hommes se sont rués hors de l'embarcation. Peu après, on a vu entre quatre et neuf hommes s'accrocher à l'embarcation renversée. Aucun d'eux n'a pu être recueilli à cause de la mer agitée et de l'incapacité de ces naufragés de s'aider (références 11b, 12). Lors d'une tentative de récupération ultérieure, sept corps sont sortis par l'ouverture de la proue et environ vingt autres, encore arrimés à leur siège, ont été vus par une écoutille ouverte. Il s'agissait de la même embarcation car la bouée du *Seaforth Highlander* qui avait été attachée à l'embarcation avant qu'elle ne chavirât, s'y trouvait encore (référence 11e). Par conséquent, on estime que cette embarcation a été mise à l'eau avec 31 personnes ou plus à son bord.

Le lent chavirement de l'embarcation nº 2 indique qu'elle pouvait être partiellement inondée, comme le laisse entendre le témoignage selon lequel les occupants écopaient au moment où l'embarcation s'est approchée du navire (références 11b, 12). Le transfert de poids des personnes qui s'échappaient de l'embarcation d'un côté a semblé suffire pour faire chavirer celle-ci, dont la stabilité était réduite à cause de l'eau qui s'y trouvait. Si l'embarcation n'avait pas été inondée, elle n'était pas censée chavirer à cause du poids des personnes en plus d'un côté. Les dommages constatés à la proue appuient également l'hypothèse de l'envahissement de l'eau. Des témoins à bord du *Seaforth Highlander* se sont rappelé que les dommages se situaient à la

hauteur de la ligne de flottaison de chaque côté de la proue et que la coque était défoncée vers l'intérieur, mais que le pont supérieur ne semblait pas endommagé. Aucun des témoins entendus par le Marine Board n'a indiqué si le crochet délesteur était encore fixé à la proue (références 11b, 12). Après le chavirement de l'embarcation, on a remarqué une fissure parallèle à la quille, allant de l'avant à l'arrière de la coque et laissant passer de l'eau (référence 11e). On n'a pu déterminer, à partir des données tirées de cette analyse, la cause des dommages subis par l'embarcation nº 2, mais leur étendue était probablement moindre que dans le cas de l'embarcation nº 1, puisque l'enquête a révélé que l'embarcation nº 2 était en marche et filait à bonne allure (références 11b, 12). Écoper une embarcation aussi endommagée que l'embarcation nº 1 aurait été une opération vaine, puisque l'avant était ouvert du plat-bord à la quille. L'embarcation nº 1 était dans une position telle que le moteur aurait été inondé.

Lorsque l'équipage du *Nordertor* a essayé de récupérer l'embarcation nº 2, un filin a été passé autour de l'arbre porte-hélice, ce qui a arraché la tige retenant l'arbre à l'accouplement du moteur et sorti l'arbre de l'embarcation. L'embarcation n'a pas été récupérée (référence 11e). Plus tard, deux morceaux de mousse de flottaison, un banc et le coffre y étant fixé ont été récupérés. Ces objets ont été catégoriquement identifiés comme provenant d'une embarcation Harding, car ils étaient identiques aux éléments de l'embarcation nº 1, à laquelle il ne manquait, d'ailleurs, aucun de ces éléments. En outre, une liste de vérification trouvée dans le coffre portait l'identification de l'embarcation nº 2. Le banc et le coffre n'auraient pu se détacher de l'embarcation que si la coque avait été fracassée. Or, comme la coque était intacte lors de la tentative de récupération par le *Nordertor*, il faut conclure que l'embarcation a été gravement endommagée par la suite. Pendant les deux jours qui ont suivi la tentative de récupération de l'embarcation nº 2, une moitié d'embarcation a été aperçue à plusieurs reprises (références 7, 8). Cette épave a pu appartenir à l'embarcation nº 2.

EMBARCATION DE SAUVETAGE Nº 3

Il s'agit de l'embarcation Watercraft qui était arrimée sur le pont. Lorsque l'embarcation a été découverte, elle était retournée et sa coque était intacte. Toutefois, le toit était presque entièrement arraché. Pour la récupérer, des filins ont été lancés autour de l'embarcation et, pendant les manœuvres, un des filins a coupé la coque et la partie arrière de l'embarcation; environ un tiers de la coque s'est alors détaché. L'embarcation ne contenait aucun carburant, ni provision, ni équipement. Bon nombre des ceintures de sécurité étaient encore roulées et attachées avec des élastiques. L'embarcation ne semble pas avoir été occupée. Elle aurait glissé ou roulé à la mer lorsque l'*Ocean Ranger* a basculé vers l'avant et c'est alors que le toit se serait arraché. C'est là une opinion fondée sur l'examen de l'embarcation et sur le fait qu'elle était arrimée sur le pont et non sur la plate-forme de lancement. Aucun des témoins entendus par le Marine Board of Investigation n'a vu cette embarcation entrer dans l'eau. Après avoir touché l'eau, l'embarcation se serait comportée comme une embarcation de sauvetage ouverte : elle aurait été inondée par les eaux agitées et aurait fini par chavirer. Tout comme les embarcations Harding, cette embarcation est relativement stable en position renversée.

EMBARCATION DE SAUVETAGE Nº 4

Rien n'a été trouvé de l'embarcation nº 4. Elle pourrait être encore assujettie à sa plate-forme de lancement, bien qu'un témoin ait indiqué n'avoir vu aucune embarcation de sauvetage sur le pont arrière de l'*Ocean Ranger* (référence 11d). Selon le deuxième capitaine de l'*Ocean Ranger*, trois semaines avant le sinistre, l'embarcation nº 4 n'avait pas encore été portée au rôle d'appel (référence 11c). Si l'embarcation avait été mise à la mer, ou si elle s'était dégagée de la plate-forme de lancement, elle aurait flotté, ou des débris importants de celle-ci auraient flotté, en raison de la flottabilité des matériaux. La seule épave pouvant provenir de l'embarcation nº 4 est la moitié d'embarcation mentionnée précédemment, quoique les circonstances semblent indiquer que cette épave provenait de l'embarcation nº 2.

CONCEPTION ET PERFORMANCE DES EMBARCATIONS DE SAUVETAGE

La principale utilité d'un dispositif de mise à l'eau sans charge, comme les modèles Mills servant à lancer les embarcations Harding, est de pouvoir mettre l'embarcation à la mer lorsque le poids n'est pas supporté par les garants. La conception du dispositif Mills se caractérise, entre autres, par le fait que lorsque le poids de l'embarcation n'est plus supporté par un crochet, celui-ci peut facilement se déclencher (même indépendamment de l'autre crochet) par l'annulation de l'effet de contrepoids du crochet en question. Dans le cas d'un dispositif de mise à l'eau en charge Rottmer et des autres modèles du même type approuvés par la Garde côtière des États-Unis, le crochet est verrouillé en position fermée jusqu'à ce que l'opérateur tire la poignée de déclenchement. En outre, aucun fabricant d'embarcations de sauvetage approuvées par la Garde côtière des États-Unis ne se sert d'attache moulée à la fibre de verre pour la semelle de quille comme c'est le cas sur les embarcations Harding. Toutes les semelles de quille sont fixées à celle-ci par des écrous traversant la coque. La construction et le mode de fonctionnement caractéristiques du dispositif de type Mills ont pu, par conséquent, provoquer le déclenchement prématuré du crochet arrière de l'embarcation nº 1, ce qui a arraché la partie avant du dispositif et endommagé considérablement la proue. On ne peut conclure qu'un dispositif de type Rottmer n'aurait pas fait défaut en pareilles circonstances, mais, le cas échéant, la défaillance n'aurait pas été la même. Comme des embarcations de sauvetage de navires américains ont déjà été emportées par des lames, on ne peut écarter la possibilité d'une défaillance du dispositif Rottmer en pareilles circonstances. Même si l'embarcation nº 4, dotée d'un dispositif Rottmer, est encore en place sur l'*Ocean Ranger*, il faut signaler que cette embarcation était située à l'arrière de l'installation de forage et qu'elle n'aurait pas subi les mêmes impacts que l'embarcation nº 1.

Les représentations graphiques des installations des embarcations de sauvetage de l'*Ocean Ranger* illustrent que celles-ci peuvent être mises à l'eau sans toucher le tube transversal reliant les colonnes de bâbord et de tribord jusqu'à une assiette négative de 12°. Comme l'*Ocean Ranger* est supposé avoir basculé vers l'avant, l'embarcation nº 2, située à l'arrière, devrait avoir été mise à l'eau à l'encontre de l'assiette de la plate-forme. Si l'assiette dépassait 12°, ou si l'embarcation balançait à proximité du tube transversal, il est possible qu'elle ait donné contre le tube, ce qui aurait provoqué les dommages qui ont été constatés. À la hauteur du tube transversal, la largeur des garants aurait été d'environ 100 pieds; compte tenu de ce fait et de la mer agitée, on peut supposer que l'embarcation ait balancé quelque peu.

En mars 1980, une colonne de l'installation semi-submersible norvégienne *Alexander L. Kielland* a cassé, l'installation s'est inclinée de 30° à 35° et a continué à basculer pendant 20 minutes avant de se retourner. Cette installation était dotée de sept embarcations de sauvetage fermées d'une capacité de 50 personnes, embarcations qui étaient essentiellement identiques aux embarcations nºs 1 et 2 de l'*Ocean Ranger*. Voici un extrait d'un résumé du rapport établi par la Commission du gouvernement norvégien chargée d'enquêter sur le naufrage :

> Quatre des embarcations de sauvetage ont été mises à la mer sans problème.

Toutefois, le déclenchement des crochets de soutien des embarcations a causé certaines difficultés. Les crochets étaient dotés de mécanismes de déclenchement simultané mais ne pouvaient fonctionner en charge, ce qui était difficile à éviter à cause de la mer agitée. C'est pourquoi trois des embarcations ont été projetées contre la plate-forme et ont été endommagées. L'arrière de la timonerie de la quatrième embarcation a été fracassée. Par une ouverture créée au moment de l'impact, un homme est parvenu à déclencher manuellement le crochet arrière. Auparavant, le crochet avant avait pu être déclenché. La cinquième embarcation est tombée à l'eau à l'envers lorsque la plate-forme a chaviré. Les crochets avaient été déclenchés, on ne sait comment. Les occupants de l'embarcation et les personnes se trouvant à proximité ont combiné leurs efforts pour la redresser (référence 4).

Les problèmes qu'ont posés les dispositifs de mise à l'eau sans charge et les dommages qu'ont subis les embarcations de l'*Alexander L. Kielland* peuvent expliquer les dommages subis par les embarcations nos 1 et 2 de l'*Ocean Ranger*.

Certains propos livrés lors des témoignages laissaient entendre que la structure de plastique renforcé de fibre de verre des embarcations de sauvetage n'était pas adéquate compte tenu de l'ampleur des dommages causés (référence 11d). Rien n'a permis de tirer pareille conclusion lors de l'analyse des dommages dans leur ensemble. Les dommages causés à la structure de plastique renforcé de fibre de verre, à la proue de l'embarcation n° 1 et les dommages autour du crochet délesteur arrière, les entailles en forme de «L» pratiquées des deux côtés de la proue et peut-être même les dommages subis par le poste de l'homme de barre et l'écoutille semblent avoir été provoqués directement et indirectement par le déclenchement prématuré du crochet délesteur arrière. Le toit a été écrasé lorsque l'embarcation a été récupérée avec des filins. La coque semble aussi avoir été endommagée par des filins, notamment les filins d'arrimage de la plate-forme de lancement.

La proue de l'embarcation a été endommagée, mais la cause ne peut être déterminée avec certitude. Les dommages peuvent être liés aux caractéristiques du dispositif de mise à l'eau, à l'impact de l'embarcation contre le tube transversal au moment de la mise à la mer ou à un autre élément. La cause de la destruction subséquente de la coque n'a pas été déterminée.

Le toit de l'embarcation n° 3 a été complètement arraché, mais, comme l'embarcation ne se trouvait pas sur sa plate-forme de lancement, cela s'est probablement produit quand elle a glissé ou roulé sur le pont avant de tomber à la mer. Par la suite, la coque a été coupée en deux par un filin lors de la manoeuvre de récupération. La coque n'a subi des dommages importants qu'à un seul autre endroit; il s'agit d'une entaille qui n'a pas atteint la mousse de flottaison et la paroi intérieure de l'embarcation. Cela n'aurait aucunement affecté l'intégrité de l'embarcation. Cette entaille a pu être causée lorsque l'embarcation est tombée de l'*Ocean Ranger* ou au moment de la récupération.

REDRESSEMENT AUTOMATIQUE DES EMBARCATIONS DE SAUVETAGE INONDÉES

Après la perte de l'*Ocean Express* en 1976, la Garde côtière des États-Unis a présenté au Lifesaving Appliances Subcommittee de l'IMCO (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization, aujourd'hui l'International Maritime Organization – IMO) et aux constructeurs d'embarcations de sauvetage une proposition selon laquelle les embarcations de sauvetage fermées devaient comprendre une issue au-dessus de l'eau au cas où une embarcation inondée chavirerait. Dans la plupart des cas, cela pourrait être réalisé en ajoutant de la mousse de flottaison à l'intérieur du toit, de façon qu'il ne reste pas dans l'eau après que l'embarcation ait chaviré. Pareille modification permettrait aux écoutilles d'un côté de l'embarcation d'émerger de l'eau et, dans certains cas, à l'embarcation de se redresser. Ainsi, les occupants ne pourraient être bloqués à l'intérieur de l'embarcation retournée et sans issue. Cette proposition semble avoir été acceptée par les constructeurs d'embarcations de sauvetage et sera probablement incluse dans les exigences du chapitre révisée de la Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer qui traite du sauvetage. Cette caractéristique aurait pu permettre aux occupants de l'embarcation de sauvetage qui a chaviré à côté du *Seaforth Highlander* de sortir de l'embarcation inondée ou aurait pu la faire redresser.

AUTRES MÉTHODES DE MISE À L'EAU

Les dommages subis par l'embarcation de sauvetage n° 2 ont pu être causés par un choc contre la structure de la plate-forme de forage pendant la manoeuvre de mise à l'eau. Cette hypothèse semble encore plus plausible à la lumière des événements qui se sont produits pendant l'abandon de l'*Alexander L. Kielland*. Le type de dispositif de lancement des embarcations nos 1 et 2 n'est pas approuvé par la Garde côtière parce qu'il ne permet pas de mettre l'embarcation à la mer quand le poids de celle-ci est supporté par les garants. Néanmoins, les dispositifs approuvés par la Garde côtière comprennent toujours un mécanisme d'abaissement par câble qui peut amener l'embarcation à se déposer sur la partie inférieure de la structure de la plate-forme de forage ou à heurter celle-ci en raison du balancement. À l'heure actuelle, les méthodes de remplacement sont limitées.

Un système nouvellement mis au point en Norvège permet de faire glisser une embarcation de sauvetage spécialement conçue le long d'une courte rampe et de la laisser tomber à la mer. La forme de l'embarcation, l'angle de son entrée dans l'eau et le mouvement imprimé par la rampe permettent à l'embarcation de s'éloigner du navire ou de l'installation en péril, même si le moteur n'est pas en marche. Les occupants sont assujettis à des sièges de conception spéciale permettant d'absorber les chocs et orientés vers l'arrière. Un certain nombre de ces dispositifs ont été installés sur des navires norvégiens. Le design actuel de ce système limite la hauteur de lancement à environ 20 mètres (66 pieds). Le système est actuellement repensé en fonction de son utilisation sur des plates-formes de forage. Il pourrait servir à mettre des embarcations à la mer d'une hauteur atteignant jusqu'à 30 mètres (99 pieds). Contrairement au système utilisé sur les navires, aucune rampe ne servirait à la mise à l'eau, qui se ferait à la verticale. La forme de l'embarcation et son angle d'attaque lui permettraient de s'éloigner de l'installation. La chute verticale éliminerait le problème de balancement que pose le système par câbles, mais continuerait de présenter des risques de collision contre la structure de l'installation, particulièrement dans le cas d'une embarcation se trouvant du côté le plus élevé d'une plate-forme inclinée. En outre, si l'embarcation était dans le vent, elle pourrait être poussée contre ou sous l'installation de forage, tout comme cela peut se produire avec un système de mise à l'eau par câbles.

Un autre système qui a été pris en considération utiliserait un genre de mât horizontal ou de glissoire permettant de mettre à l'eau l'embarcation de sauvetage à une bonne distance de la plate-forme. Pareil système a été proposé au milieu des années 1970 par Red Adair Co. et, plus récemment, par Conoco. Ces systèmes amélioreraient considérablement la capacité de mettre à la mer des embarcations de sauvetage dans des conditions défavorables; toutefois, on n'a pas encore franchi l'étape de la conception de ces systèmes. L'élaboration du système de Red Adair Co. a été interrompue lorsque les concepteurs se sont rendu

compte des importants problèmes que cela pouvait poser sur le plan structural. Des glissoires pneumatiques ont été utilisées pour lancer des radeaux de sauvetage gonflables, mais les essais de ces systèmes ont démontré qu'ils ne convenaient pas à l'utilisation par gros temps. À l'heure actuelle, aucune glissoire à radeaux de sauvetage n'a été installée sur les navires immatriculés aux États-Unis. Néanmoins, les systèmes à glissoire ou à mât horizontal peuvent constituer des dispositifs de remplacement valables si l'on parvient à résoudre les problèmes qu'ils posent actuellement.

Un autre type de dispositif de lancement a été mis au point par la Whittaker Corp. pour ses capsules de sauvetage mises à la mer par des systèmes à garant simple. Ce type de dispositif peut être décrit idéalement comme étant semi-automatique. Comme dans le cas du dispositif Mills, on utilise un crochet à contrepoids conçu pour se déclencher lorsqu'il ne supporte aucun poids; toutefois, il est actionné par l'opérateur pendant que la capsule s'abaisse. À cette fin, il faut tirer une poignée qui est reliée à une tige retenant le crochet en place. Lorsque l'embarcation touche l'eau, son poids n'est plus supporté par le crochet pendant quelques instants, ce qui fait déclencher celui-ci. Cependant, si le dispositif n'est pas actionné et que l'embarcation est à flot, ou si l'opérateur veut dégager l'embarcation avant qu'elle ne touche l'eau, il est possible de tirer une manette pour libérer l'embarcation en charge. Ce dispositif combine les caractéristiques les plus avantageuses des dispositifs de mise à l'eau en charge et sans charge. Des essais de modèle en bassin à houle ont démontré que ce système est fiable pour mettre automatiquement l'embarcation à la mer. Évidemment, il s'agit encore d'un système par câbles qui est, par conséquent, soumis aux mêmes restrictions que les autres systèmes du même type.

RADEAUX DE SAUVETAGE

Peu après le sinistre, quatre radeaux de sauvetage pneumatiques ont été récupérés. L'un d'eux, au tendelet légèrement endommagé, était entier; une des chambres à air a toutefois été endommagée lors de la récupération. Un autre radeau était également entier, mais les chambres à air supérieure et inférieure s'étaient détachées l'une de l'autre sur environ 75% de la circonférence et le tendelet était quelque peu endommagé. Le troisième radeau était entier, mais le plancher s'était détaché sur environ 80% de sa circonférence. Il s'est complètement détaché du reste du radeau lorsque celui-ci a été déplacé et inspecté. Le quatrième radeau ne comprenait plus que la chambre à air supérieure et le support de tendelet, ainsi qu'un plancher totalement détaché de la chambre à air sauf au point de raccord du tuyau de gonflage. Le tendelet et la chambre à air inférieure manquaient. Un des témoins a affirmé avoir vu un radeau partiellement gonflé et deux autres bien gonflés, dont un se dégonflait. On ignore si l'un de ces radeaux a été récupéré. On a vu couler un radeau le lendemain du sinistre et un autre cinq jours plus tard (références 7, 8). Un radeau submergé a été récupéré en juin 1982 à environ 60 milles du lieu du sinistre, dans un secteur autre que ceux où les deux autres radeaux avaient coulé. Les cinq radeaux récupérés et les deux radeaux qui ont coulé comptaient parmi les dix radeaux de l'*Ocean Ranger*, quoiqu'il soit possible que l'un des radeaux aperçus mais non récupérés fût un de ceux qu'avait perdus la *SEDCO 706* plusieurs heures avant le naufrage de l'*Ocean Ranger* (référence 11a).

Trois de ces radeaux et les planchers détachés ont cédé à la hauteur des joints qui retiennent le plancher aux chambres à air et les chambres à air l'une à l'autre. Une seule des amarres était intacte à partir du radeau jusqu'à l'anneau de sécurité. Les autres amarres étaient sectionnées en deçà de l'anneau de sécurité. Certains des dommages ont été causés au moment de la récupération. Selon des témoins oculaires, certains radeaux étaient bien gonflés et d'autres étaient déjà endommagés avant leur récupération. Un des radeaux a été décrit comme un enchevêtrement de ballons formé par des cordages et le matériau du radeau (références 11d, 11e).

Rien ne permet de supposer que les radeaux aient été occupés. Quelques sacs de matériel étaient ouverts, mais comme ils étaient conçus de façon à s'ouvrir facilement, ce détail n'a pas d'importance. Rien n'indiquait que les fusées eussent été utilisées. Les bouchons des soupapes de sûreté des radeaux de sauvetage n'ont été vissés dans aucune des soupapes. Bien que cela n'aurait pas nécessairement été fait par des survivants, des bouchons vissés dans ces soupapes auraient indiqué que les radeaux avaient été occupés, puisque les radeaux sont pliés sans que les bouchons ne soient introduits dans les soupapes. Les battants de toutes les portes étaient attachés en position ouverte, comme ils doivent l'être lorsque les radeaux sont pliés.

CONCEPTION ET PERFORMANCE DES RADEAUX DE SAUVETAGE

Neuf des dix radeaux de l'*Ocean Ranger* ont été construits en 1974 pour le compte de la C.J. Hendry Co. de San Francisco, Californie. Le dixième était de marque B.F. Goodrich et n'a pas été retrouvé. On considère que les radeaux de sauvetage pneumatiques durent habituellement dix ans; la durée utile des radeaux de l'*Ocean Ranger* était probablement presque écoulée. En raison des dommages causés aux joints, les spécialistes ont concentré leur analyse sur l'efficacité des joints et de l'adhésif utilisé. Les coutures des radeaux doivent être plus solides que la toile dans laquelle elles sont faites, mais cette exigence est censée s'appliquer surtout aux coutures des chambres à air plutôt qu'aux coutures d'assemblage des chambres à air, du plancher et du tendelet. Les joints entre les chambres à air supérieure et inférieure et entre la chambre à air et le plancher constituaient les principaux éléments du problème. Des échantillons des joints des radeaux récupérés ont été découpés et envoyés à la société Technitrol Canada de Dorval, Québec, dont les essais ne sont pas encore terminés. *Note d'Éditeur: Le rapport de Technitrol Canada (pièce #224) démontre qu'aucun des échantillons récupérés des radeaux de l'Ocean Ranger ne satisfaisait aux conditions établies par le British Department of Commerce pour l'efficacité des joints de radeau. Des regulations à ce sujet n'existaient pas aux États-Unis à cette époque.*

L'examen des radeaux dont les joints se sont décollés a démontré que, dans la plupart des cas, la colle avait pris sur un côté, mais non sur l'autre. Cette lacune semble être due à la méthode d'assemblage, mais, à l'examen, on n'a pu déterminer avec certitude l'endroit où les joints avaient commencé à décoller ni pourquoi. Les joints collés avec du ruban adhésif sont généralement les plus faibles. La figure 3 illustre la façon normale de joindre les chambres à air supérieure et inférieure. Sur le radeau 715, la partie centrale qui, d'après l'illustration, devrait mesurer 2 po de largeur était en réalité plus étroite et ne portait aucune trace de colle joignant directement les chambres à air supérieure et inférieure. Il n'y avait trace de colle que sur le ruban de renforcement. Si les chambres à air sont jointes directement, les forces qui tendent à séparer la

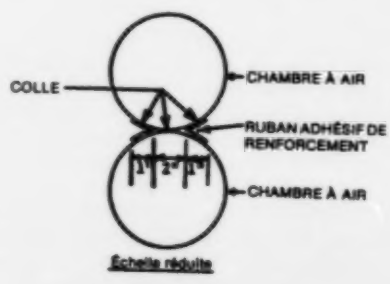


FIGURE 3 Assemblage normal d'un radeau de sauvetage

chambre à air supérieure de la chambre à air inférieure sont annulées par la force de tension de la colle qui joint les chambres à air. De la façon dont les radeaux étaient construits, c'est le ruban de renforcement qui devait résister aux forces tendant à séparer les chambres à air. Si les tubes avaient été collés au centre, le radeau aurait été plus résistant.

Lors de l'examen des radeaux, les spécialistes de Technitrol Canada ont réparé quelques chambres à air déchirées et ont essayé de gonfler les radeaux. Des bulles se sont formées sur les chambres à air de plusieurs radeaux aux endroits où les revêtements intérieur et extérieur avaient décollé du tissu. Certaines de ces bulles fuyaient par des perforations de la grosseur d'une tête d'épingle. Les spécialistes n'ont pu déterminer comment ou quand ces bulles se sont formées ou si elles ont contribué à faire dégonfler certains des radeaux après le naufrage.

Pour que les radeaux de sauvetage pneumatiques fonctionnent bien en cas de besoin, ils doivent être révisés chaque année par un centre de service autorisé. Selon les dossiers, les radeaux de l'*Ocean Ranger* ont fait l'objet d'une révision effectuée entre le 20 avril et le 31 juillet 1981 par une organisation de St. John's, Terre-Neuve (référence 3). Cette organisation n'était pas un centre de service autorisé des radeaux C.J. Henry ou B.F. Goodrich et, par conséquent, ne devait probablement pas avoir les pièces de rechange, les manuels, les bulletins d'entretien et les instructions de pliage nécessaires. Un radeau qui n'est pas dûment entretenu peut ne pas se gonfler ou se déplier correctement, devenant ainsi inutilisable. Il n'y avait et n'y a toujours pas de centre de service autorisé à St. John's pour les radeaux de sauvetage approuvés par la Garde côtière des États-Unis. Le centre le plus près était situé dans la région de Boston au Massachussetts.

Un des problèmes, reconnus depuis un certain temps, que posent les radeaux de sauvetage pneumatiques est qu'ils ont tendance à s'éloigner du lieu de l'accident avant que les naufragés ne puissent les atteindre et à chavirer par gros temps. Au cours des dernières années, un nouveau type de radeau fortement lesté a été mis au point et vanté pour sa capacité de ne pas chavirer en mer agitée. Dans un avis de réglementation à venir, en date du 29 juin 1981, la Garde côtière des États-Unis a annoncé qu'elle envisageait de modifier les conditions d'approbation des radeaux de sauvetage pneumatiques en y incluant la présence obligatoire de ce type de système de ballast. Le renversement des radeaux de sauvetage est reconnu comme un problème, mais si personne ne peut se rendre au radeau et y embarquer, ce problème ne devient qu'une question purement théorique. Une caractéristique encore plus importante de ce type de radeaux de sauvetage est peut-être qu'ils ont tendance à dériver avec le courant plutôt qu'à être emportés rapidement par le vent et les vagues. Les survivants ayant plongé dans l'eau dérivent aussi avec le courant; ainsi, leurs chances d'atteindre les radeaux sont meilleures.

Même si tous les radeaux avaient flotté librement, avaient été bien gonflés et s'étaient trouvés près des naufragés, il est peu probable que de nombreuses personnes aient pu les atteindre et y embarquer, quoique celles qui portaient les vêtements d'immersion utilisés dans les hélicoptères auraient eu de meilleures chances d'y parvenir (voir ci-après le passage consacré à la protection contre les éléments). L'effet paralysant de l'eau froide aurait nui à quiconque ne portant pas de survêtement protecteur aurait voulu se hisser à bord d'un radeau. Cela a été illustré par l'incapacité des personnes qui ont plongé à la mer près du *Seaforth Highlander* d'embarquer dans le radeau de sauvetage lancé par l'équipage de ce navire ou de s'aider de quelque façon que ce soit (références 11b, 12). Un certain type de protection contre l'hypothermie devrait être fourni à ces personnes pour qu'elles parviennent à embarquer dans un radeau de sauvetage.

Le fait qu'au moins trois radeaux ont coulé ne peut permettre de conclure qu'ils étaient gravement endommagés. Ces radeaux sont dotés de soupape de sûreté qui les empêchent d'exploser en cas d'accumulation de pression provoquée par un excès de gaz de gonflage. Après que le radeau est gonflé et que les naufragés y ont pris place, ces derniers doivent boucher les soupapes de sûreté pour empêcher la perte de gaz lorsque le radeau plie dans les vagues. Les radeaux non occupés peuvent finir par se dégonfler même s'ils ne sont pas endommagés. Il n'est pas possible de déterminer avec certitude ce qui est arrivé aux radeaux de sauvetage. Selon l'auteur et d'après les faits recueillis, une ou plusieurs des hypothèses ci-après peuvent expliquer pourquoi certains radeaux ont été endommagés avant leur récupération :

a. Les radeaux de sauvetage ont pu se désarrimer lorsque l'*Ocean Ranger* a coulé. Quelques-uns sont restés coincés dans le gréement et les appendices de la plate-forme et ne sont jamais remontés à la surface. D'autres se sont gonflés et sont remontés à la surface, mais certains d'entre eux ont été endommagés au contact de diverses parties de la structure. C'est ainsi que les joints et les amarres sectionnées des radeaux auraient été endommagés.

b. Les radeaux de sauvetage ont pu se désarrimer, se gonfler et remonter à la surface. Certains radeaux étaient fabriqués depuis assez longtemps pour que les joints collés fussent détériorés. Les radeaux ont ensuite été endommagés par les éléments.

c. Les radeaux de sauvetage ont pu se désarrimer, se gonfler et remonter à la surface. Les joints n'étaient pas en très mauvais état, mais leur assemblage ne pouvait supporter les forces qui se sont exercées. Les radeaux ont ensuite été endommagés par les éléments.

d. Les radeaux n'avaient peut-être pas été correctement entretenus et repliés, de sorte que certains ne se sont pas gonflés et que d'autres ont été endommagés lors du gonflage.

e. Les radeaux ayant subi les dommages précités se seraient facilement remplis d'eau. Ensuite, ces radeaux auraient tenu l'eau comme des radeaux de sauvetage fortement lestés, auraient dérivé avec le courant et seraient restés près du lieu du naufrage. Les radeaux intacts auraient rapidement été poussés au loin par le vent et les vagues et difficilement repérables au lever du jour.

RADEAUX DE SAUVETAGE MIS À L'EAU PAR BOSSOIR

En vertu de l'article 46 du Code of Federal Regulations, SS108.506 et de la NVC 3-78, sec. 3.d.(8), l'*Ocean Ranger* devait être dotée d'embarcations de sauvetage et de radeaux de sauvetage pneumatiques mis à l'eau par bossoir en nombre suffisant pour contenir 200 % des personnes à bord (références 11b, 6). Les propriétaires avaient l'intention de se conformer à cette exigence en ajoutant des embarcations Watercraft, qui, avec les embarcations de sauvetage Harding, auraient porté la capacité totale des embarcations de sauvetage à 200 % des personnes à bord. Cette solution ne réglait pas le problème des embarcations de sauvetage Harding qui n'étaient pas acceptables en vertu des règlements de la Garde côtière ou de la NVC 10-81.

Pour se conformer entièrement aux exigences de la Garde côtière, les propriétaires auraient dû remplacer ou améliorer les embarcations Harding, ou encore les remplacer par des radeaux de sauvetage et des installations de mise à l'eau par bossoir. Si l'*Ocean Ranger* avait été dotée de radeaux de sauvetage mis à l'eau par bossoir, le personnel aurait pu y embarquer et les radeaux auraient pu être mis à la mer depuis le pont, de la même façon que les embarcations de sauvetage. Le système de crochets délesteurs approuvé dégage automatiquement le radeau lorsque le crochet est actionné pendant que le radeau est abaissé et

aussitôt que celui-ci est à flot. Le système de crochets fonctionne comme le système décrit dans le cas des capsules de sauvetage Whittaker déjà mentionnées plus haut, sauf qu'il peut s'avérer impossible d'ouvrir le crochet quand il supporte le poids du radeau. Le système de mise à l'eau par bossoir aurait permis d'utiliser les radeaux plus efficacement, car les radeaux conventionnels ne peuvent accueillir de passagers avant d'être gonflés et mis à flot. Sur une plate-forme comme l'*Ocean Ranger* ou tout autre navire à franc-bord élevé, cette opération est très difficile; elle l'est davantage si l'on tient compte du mauvais temps, de la mer agitée et de la température de l'eau. D'autre part, sur les plates-formes de forage, les radeaux de sauvetage mis à l'eau par bossoir peuvent poser les mêmes problèmes de lancement que les embarcations de sauvetage. L'espace libre sous la plate-forme expose les radeaux au vent et aux vagues, quelle qu'en soit la direction, et les radeaux risquent d'être projetés contre la structure de la plate-forme pendant ou après le lancement. Néanmoins, comme il aurait été plus probable que les gens prissent place à bord des radeaux de sauvetage mis à l'eau par bossoir qu'à bord des radeaux conventionnels, quelques vies auraient pu être sauvées.

BRASSIÈRES DE SAUVETAGE

Vingt-et-un des corps récupérés après le naufrage portaient des brassières de sauvetage Billy Pugh modèle 200 et un autre portait un gilet de travail Billy Pugh modèle WVO-100. Seulement deux de ces brassières n'étaient pas dotées de voyants à allumage au contact de l'eau ACR modèle L8-2. Apparemment, les voyants fonctionnaient bien, et ils ont permis de repérer les corps dans l'eau. De nombreux corps (nombre réel inconnu) ont été trouvés flottant sur le ventre, quelques-uns étaient submergés et suspendus au baudrier sous la brassière de sauvetage (références 11b, 11d). Dans ces derniers cas, la brassière de sauvetage est probablement passée par-dessus la tête du naufragé qui ne l'a pas remise en place, ce qui indique que, lorsque cela s'est produit, le naufragé était déjà mort ou trop affaibli en raison de l'hypothermie.

Les brassières de sauvetage Billy Pugh modèle 200 récupérées ont été examinées et classées en deux groupes distincts. Dans le premier groupe, les brassières provenant du lot 1A étaient beaucoup plus lourdes que les autres et de conception différente. Dans l'autre, les brassières de sauvetage faisaient partie de lots fabriqués après le lot 1A. Le premier certificat d'approbation des brassières modèle 200 a été émis le 17 février 1977, mais les brassières du lot 1A ont été inspectées et approuvées par un inspecteur du Marine Safety Office de la Garde côtière à Corpus Christi, au Texas, le 15 juillet 1976. Ces brassières portaient le numéro d'approbation de la Garde côtière, parce que l'on avait dit au fabricant quel serait ce numéro. Ce numéro est souvent communiqué avant l'approbation réelle pour que le fabricant puisse planifier le marquage de l'équipement et sa publicité. L'inspection et l'approbation d'un inspecteur de la Garde côtière indique que les brassières de sauvetage ont la flottabilité voulue et sont conformes aux plans et spécifications du fabricant, bien que cette marque d'inspection n'est habituellement pas apposée avant que le produit ne soit réellement approuvé. Néanmoins, les brassières du lot 1A totalisant 98 unités étaient approuvées à l'avance et n'auraient normalement pas été vendues ni utilisées comme des dispositifs approuvés par la Garde côtière. On ignore comment ces brassières de sauvetage ont été mises sur le marché.

Une brassière modèle 200 approuvée à l'avance a été vérifiée par le Coast Guard Headquarters en mai 1976. À cette époque, on avait noté que le dispositif avait tendance à passer par-dessus la tête de la personne qui le portait lorsque celle-ci sautait à l'eau, mais le délai de redressement (entrée en action de la force qui fait passer une personne de la position ventrale à la position dorsale) semblait acceptable (référence 13). En août 1976, la compagnie a été informée que la brassière n'était pas tout à fait conforme aux exigences, parce que le délai de redressement était trop long et que le dispositif ne gardait pas la tête assez sortie de l'eau (référence 14). Les différences entre les brassières de sauvetage vérifiées à ces deux occasions et leur rapport exact avec les brassières du lot 1A sont inconnus; toutefois, les dessins accompagnant la lettre du mois d'août 1976 illustrent une conception semblable à celle du lot 1A. La brassière finalement approuvée en février 1977 comprenait des correctifs suffisants pour en permettre l'approbation (référence 9). Les brassières modèle 200 de l'*Ocean Ranger* provenant d'autres lots que le lot 1A semblent conformes au modèle approuvé. Les renseignements ayant servi à cette analyse n'ont permis d'établir aucun rapport entre les corps qui flottaient sur le ventre et ceux qui portaient des brassières du lot 1A.

La performance des brassières de sauvetage en eau agitée est récemment devenue l'objet d'une préoccupation au sein de la Garde côtière. Une personne à la mer ne peut pas suivre le mouvement de la vague et, par conséquent, il est possible qu'elle soit submergée momentanément. Selon le gabarit de la personne, la condition de la brassière de sauvetage et l'état de la mer, le mouvement de la vague et le manque de flottabilité peuvent faire que le naufragé s'enfonce. Un témoin a indiqué que la tête des personnes à la mer était constamment dans l'eau (référence 12). Avec des brassières de sauvetage «à trou de serrure» comme les brassières Billy Pugh, le mouvement de la vague peut faire passer la brassière par-dessus la tête si elle n'est pas bien attachée sous le menton ou autour du corps. La série d'essais effectués pour déterminer si les brassières de sauvetage étaient acceptables comprenait notamment des sauts dans une piscine d'une hauteur de trois (3) mètres. Bien que cet essai soit censé permettre de vérifier la performance de la brassière de sauvetage lorsque la personne qui la porte saute à l'eau, il peut aussi servir à évaluer la tendance du dispositif à passer par-dessus la tête en eau agitée. Pendant les essais d'approbation du modèle 200 (modèle approuvé), 26 personnes portant cette brassière de sauvetage ont effectué un saut. La brassière est passée par-dessus la tête de trois personnes et est venue près de passer par-dessus la tête qu'une quatrième. Ces personnes ont effectué un deuxième saut en tenant fermement la brassière de sauvetage avec les bras (façon habituellement recommandée de sauter dans l'eau avec une brassière de sauvetage) sans que le problème ne se répète. Le rapport d'essai ne précise pas la façon dont le baudrier était réglé (référence 9). Récemment, dans le cadre de l'analyse de l'équipement de sauvetage de l'*Ocean Ranger*, des sauts ont été effectués par cinq personnes portant le modèle 200 (modèle approuvé). Lorsque le baudrier était solidement attaché, l'appareil avait tendance à monter à la hauteur des yeux ou des oreilles, mais ne passait pas par-dessus la tête de la personne qui le portait. Lorsque le baudrier a été réglé de façon que les personnes se sentent à l'aise, la brassière de sauvetage est passée par-dessus la tête de quatre personnes sur cinq. Les mêmes essais ont été effectués avec une brassière de sauvetage «à trou de serrure» courante; la brassière n'est pas passée par-dessus la tête des mêmes personnes, que le baudrier ait été attaché solidement ou de façon à assurer un certain confort aux personnes qui les portaient.

Des brassières de sauvetage modèle 200 de l'*Ocean Ranger* ont été obtenues et soumises à un examen plus approfondi et à d'autres essais de flottabilité (référence 10). L'étude des appareils et des dossiers de la Garde côtière a révélé que les brassières de sauvetage du lot 1A sont faites de mousse de flottaison en chlorure de polyvinyle (PVC) plutôt qu'en mousse de polyéthylène (PE), matériau recommandé pour les brassières de sauvetage approuvées. Le PVC est plus dense que le PE, ce qui explique la différence de poids apparente entre les

deux groupes de brassières de sauvetage. L'encolure des dispositifs du lot 1A est de conception différente et un peu plus grande que celle du modèle approuvé. La mousse de PVC est plus souple que la mousse de PE et les coussinets de flottaison des brassières du lot 1A sont moins épais que ceux qu'exige le modèle approuvé. Tous ces facteurs feraient en sorte que la brassière de sauvetage du lot 1A ait tendance à glisser par-dessus la tête de la personne qui la porte. Les essais de flottabilité ont indiqué que les brassières du lot 1A avaient perdu environ 6,5 p. 100 de leur flottabilité originale. Une des trois brassières de sauvetage du lot 1A vérifiées avait une flottabilité inférieure d'une (1) once au minimum de 22 lb requis pour les dispositifs neufs et les deux autres une flottabilité inférieure de 6 onces à cette norme. On s'attend habituellement à ce que la flottabilité des brassières de sauvetage diminue avec le temps; aussi, la perte de flottabilité constatée n'est-elle pas considérée comme critique. Les trois autres dispositifs de modèle approuvé avaient une flottabilité supérieure de 1, 27 et 28 onces à la norme de 22 lb.

Par la suite de ces constatations, le fabricant des brassières de sauvetage a été informé que les appareils non approuvés avaient été utilisés et qu'ils devaient être rappelés ou détruits. L'approbation de l'appareil a été suspendue en attendant que la performance aux essais de saut s'améliore (référence 16). Le fabricant a rappelé volontairement les 172 brassières de sauvetage non approuvées des lots 1 et 1A (référence 1). Le modèle approuvé a également été modifié pour améliorer sa performance aux essais de saut. La suspension du certificat d'approbation a par la suite été levée.

PROTECTION CONTRE LES ÉLÉMENTS

Au moins deux des corps récupérés portaient un survêtement protecteur. Sur les photographies, les survêtements semblaient être des vêtements d'immersion non doublés du type parfois utilisé dans les hélicoptères des installations de forage. Une certaine quantité de ces survêtements distribués par l'opérateur de l'hélicoptère était normalement gardée à bord de l'*Ocean Ranger*. Ces articles semblent avoir été retournés comme effets personnels et n'ont pu être examinés. On a signalé qu'au moins une personne portant un de ces survêtements a coulé après avoir perdu sa brassière de sauvetage (référence 12, p. 33). Contrairement aux survêtements protecteurs approuvés par la Garde côtière des États-Unis, ces survêtements n'ont pas la flottabilité et l'isolation qu'assure la mousse de flottaison. Il s'agit d'un vêtement étanche qui doit être porté avec une brassière de sauvetage. Ce type de vêtement sert à garder la personne au sec, de façon à éviter la perte de chaleur du corps au contact direct de l'eau. Pour se protéger contre la perte de chaleur par le survêtement, il faut porter le plus de vêtements possible en-dessous.

Une étude récente établissait une comparaison entre les taux de perte de chaleur de différents types de survêtements protecteurs en eau calme à 11,8°C (54°F). Tous les participants portaient les mêmes vêtements; un sous-vêtement, une chemise à manches longues, un pantalon de denim, des bas et des espadrilles. Le taux de refroidissement moyen des participants ne portant qu'une brassière de sauvetage était de 2,30°C à l'heure. Dans le cas des participants qui portaient un vêtement d'immersion non doublé, le taux de refroidissement moyen était de 1,07°C à l'heure (2,15 fois inférieur à celui des participants ne portant qu'une brassière de sauvetage). Les participants portant un vêtement d'immersion doublé perdaient en moyenne 0,31°C à l'heure (7,35 fois inférieur à celui des participants avec brassière de sauvetage seulement). Dans cette étude, le temps écoulé avant le commencement de l'agonie a aussi été calculé pour les différents types de survêtements protecteurs à une température de 11,8°C. Ce temps est de 3,4 heures pour les personnes ne portant qu'une brassière de sauvetage, de 7 heures pour celles qui portent le vêtement d'immersion non doublé et 23,1 heures pour celles qui portent le vêtement d'immersion doublé (référence 2).

Ces données indiquent que les personnes portant les vêtements d'immersion auraient dû rester en vie au moins deux fois plus longtemps que celles qui ne portaient que des brassières de sauvetage. Ces vêtements n'assuraient évidemment pas la protection voulue contre les éléments dans les conditions existant après l'abandon de l'*Ocean Ranger*. Les vêtements d'immersion doublés du type approuvé par la Garde côtière des États-Unis auraient pu prolonger six ou sept fois le temps de survie des personnes ne portant qu'une brassière de sauvetage.

ÉQUIPEMENT DE COMMUNICATION RADIO D'URGENCE

Une radio-balise de localisation d'urgence ACR RLB-14 se trouvait à bord de l'*Ocean Ranger*. Elle a été récupérée après le sinistre, ce qui indique qu'elle a flotté librement. Le signal de cette radio-balise a été reçu par l'avion de sauvetage qui survolait le lieu du naufrage, mais comme les navires de soutien avaient déjà été alertés au sujet des problèmes de l'*Ocean Ranger* et que la position de la plate-forme était connue, la radio-balise ne semble pas avoir joué un rôle déterminant lors du sinistre.

Une radio portative d'embarcation de sauvetage de marque JVC (approuvée au Japon, mais non par la FCC) a été trouvée dans l'embarcation n° 1. Rien n'indiquait que l'on avait essayé d'utiliser cette radio.

Une radio émettrice-réceptrice VHF-FM a également été trouvée dans l'embarcation n° 1. Aucune transmission radio reçue pendant le sinistre n'a été identifiée comme provenant de cette radio.

RÉFÉRENCES

1. Billy Pugh Co., lettre, «Recall Model #200 Life Preservers Lot 1 and Lot 1A», 12 octobre 1982.

2. J.S. Hayward et al., «Survival Suits for Accidental Immersion in Cold Water : Design-Concepts and their Thermal Protection Performance», University of Victoria, Victoria, C.-B., Canada, janvier 1978.

3. IMP Group Ltd., certificats d'inspection de radeaux de sauvetage, Ocean Ranger Marine Board of Investigation, dossier 4.57A.

4. Torgeir Moan, «The Alexander L. Kielland Accident», compte rendu de *The First Robert Bruce Wallace Lecture*, Massachusetts Institute of Technology, juin 1981, p. 12.

5. Telex de l'*Ocean Ranger* aux bureaux d'ODECO à St. John's et à la Nouvelle-Orléans, en date du 11 janvier 1982, U.S. Coast Guard Marine Board of Investigation, pièce n° 47.

6. Ocean Drilling and Exploration Co., lettre au commandant (mmt), Eight Coast Guard District, en date du 14 janvier 1980, U.S. Coast Guard Marine Board of Investigation, pièce n° 12 p.

7. Centre de coordination de la recherche et du sauvetage de Halifax, Nouvelle-Écosse, «Search and Rescue Special Report, SAR *Ocean Ranger*», sans date.

8. Journal radio de la *SEDCO 706*, U.S. Coast Guard Marine Board of Investigation, pièce n° 11.

9. Underwriters Laboratories, lettre, «Performance Testing of Billy Pugh Adult Life Jackets», 12 novembre 1976.

10. Underwriters Laboratories, lettre, «Test Results : Weight Determination and Buoyancy Test on Six Billy Pugh PFD's», 19 août 1982.

11. U.S. Coast Guard, Marine Board of Investigation, *Certified Transcript of Proceedings in the Matter of Investigation of the Sinking of the Mobile Offshore Drilling Unit Ocean Ranger in the Atlantic Ocean on 15 February 1982.*

a. Volume III, p. 15, témoignage de Donald King, 20 avril 1982.

b. Volume IV, pp. 15, 17, 18-20, 40, 41, 45, 74, 78, 156, témoignage de Rolf W. Jorgensen, 21 avril 1982.

c. Volume V, pp. 24, 25, 36, témoignage de Geoffrey Dilks, 22 avril 1982.

d. Volume VIII, pp 27, 33, 37, 47, 84-85, témoignage de James Davison, 27 avril 1982.

e. Volume VIII, pp. 97-100, 101, 106-107, témoignage de Baxter Allingham, 27 avril 1982.

f. Volume XI, témoignage de Kelvin Gernandt, 7 juin 1982.

g. Volume XII, pp. 31-34, 38, témoignage de Ronald Green, 8 juin 1982.

h. Volume XVI, p. 34, déposition de Thomas Kane, 21 juillet 1982.

12. U.S. Coast Guard, Marine Board of Investigation, transcription de *Investigation of the Sinking of the Mobile Offshore Drilling Unit Ocean Ranger in the Atlantic Ocean on 15 February 1982*, pièce nº 53A, pp. 10, 11-12, 25-26, 29, 31, 33, déposition de Ronald Duncan, 21 mai 1982.

13. U.S. Coast Guard (G-MMT-3), mémoire «Swim Test Results», dossier 5946/160.055/113, 6 mai 1976.

14. U.S. Coast Guard (G-MMT-3), lettre à Billy Pugh Co., dossier 16714/160.053/GENERAL, 2 août 1976.

15. U.S. Coast Guard Marine Inspection Office Providence, R.I., lettre à Ocean Drilling and Exploration Co., en date du 18 décembre 1979, U.S. Coast Guard Marine Board of Investigation, pièce nº 12l.

16. U.S. Coast Guard (G-MVI-3), lettre à Billy Pugh Co., dossier 16714/160.055/113, 22 septembre 1982.

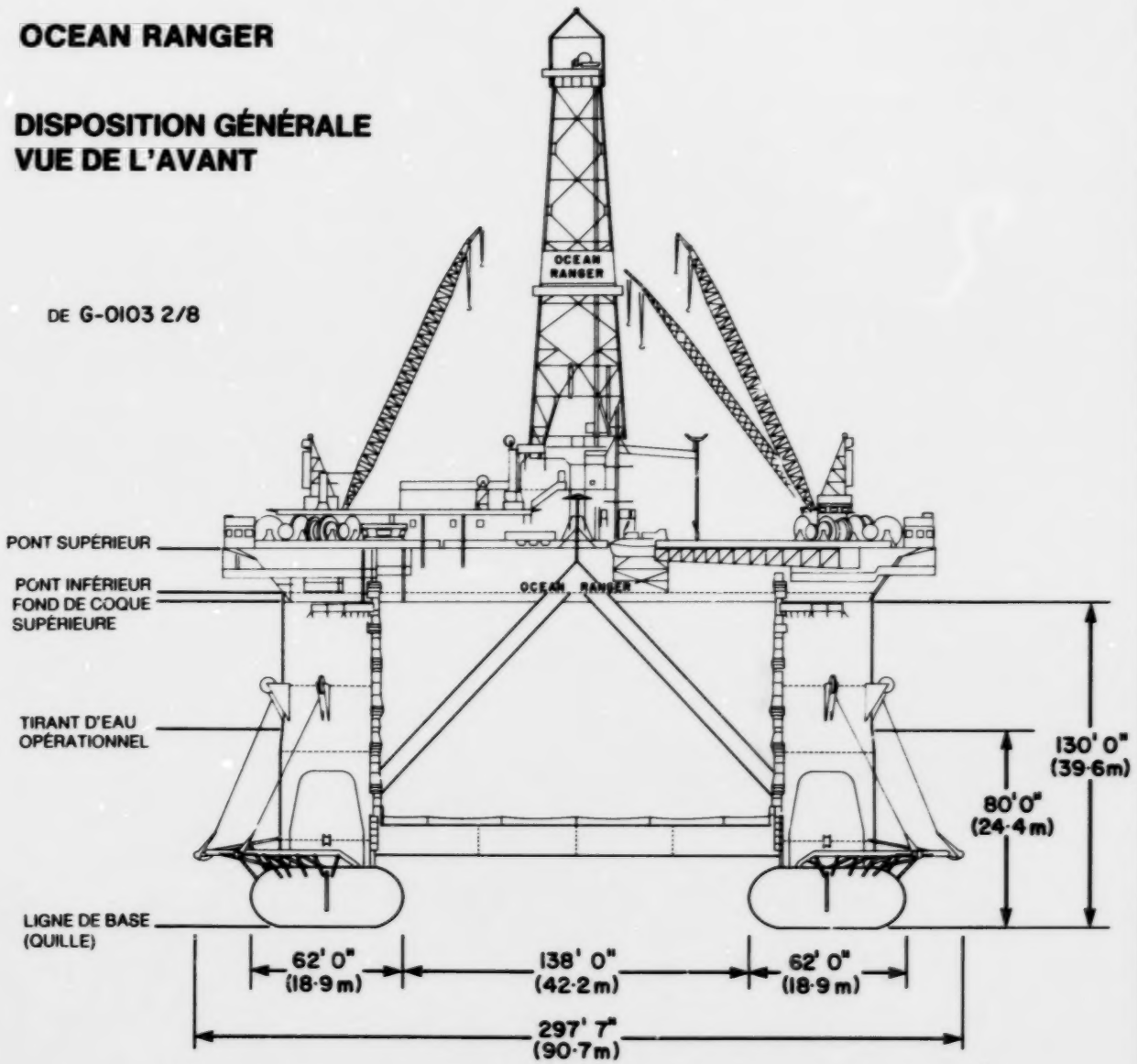
17. United States Testing Co., Inc., «Report of Test; Seat Belt Assemblies, essai numéro 83428-82, 19 août 1982.

APPENDICE F-7
Dessins techniques

OCEAN RANGER

DISPOSITION GÉNÉRALE
VUE DE L'AVANT

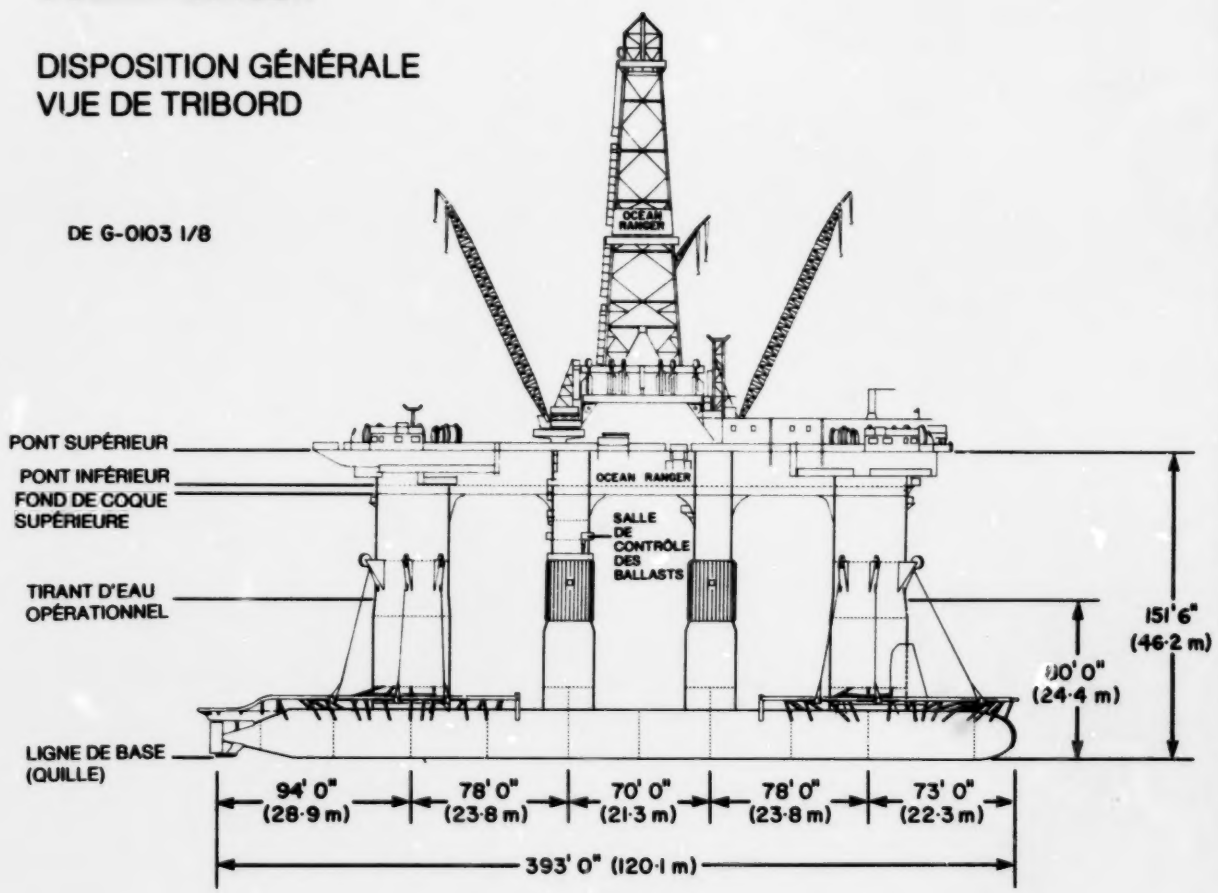
DE G-0103 2/8



OCEAN RANGER

DISPOSITION GÉNÉRALE
VIJE DE TRIBORD

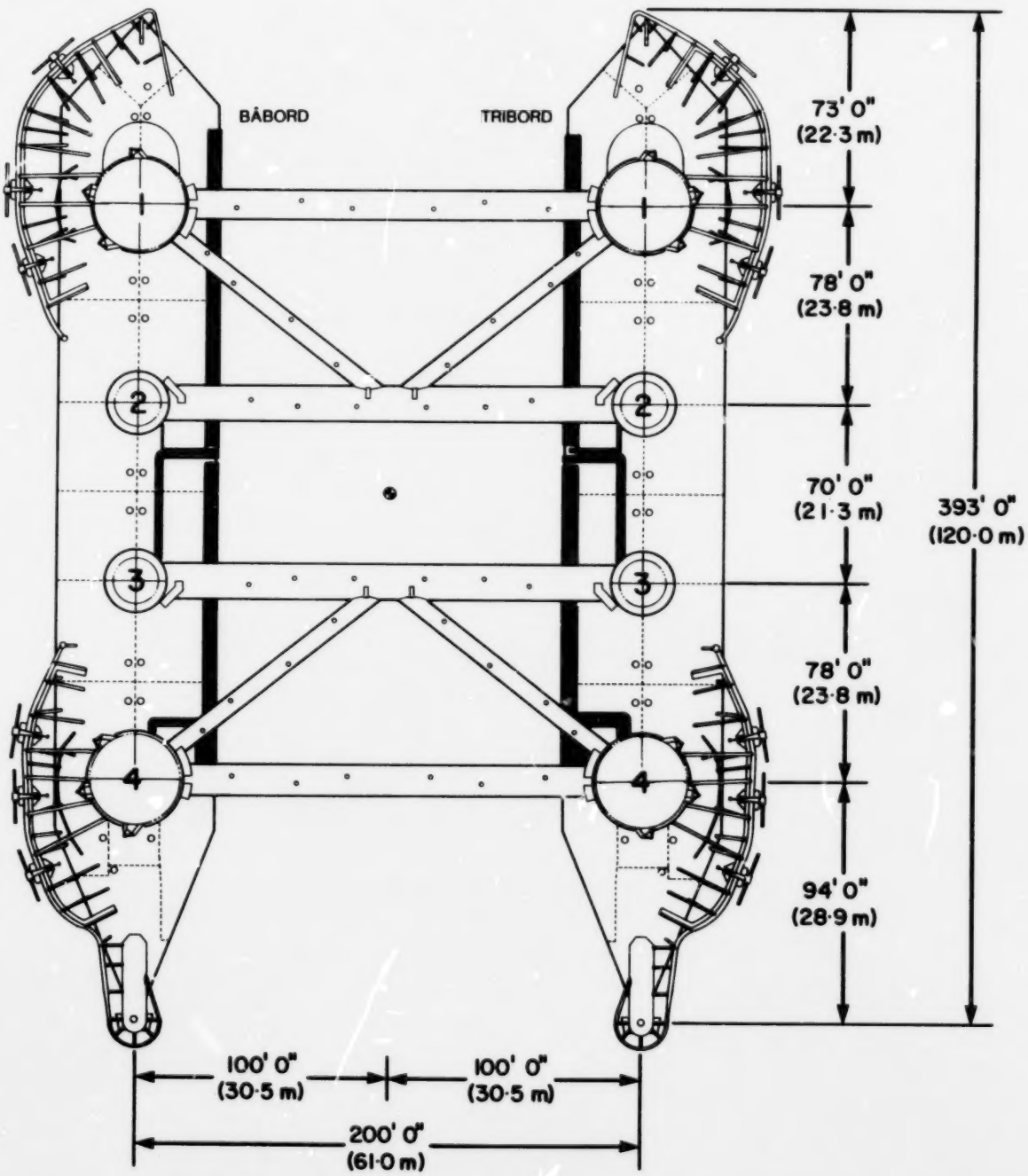
DE G-0103 1/8



OCEAN RANGER

DISPOSITION GÉNÉRALE
ENSEMBLE EXTÉRIEUR DE LA COQUE INFÉRIEURE

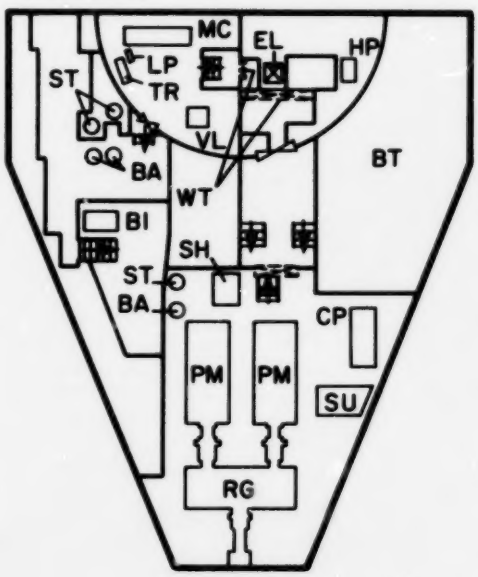
DE G-0103 3/8



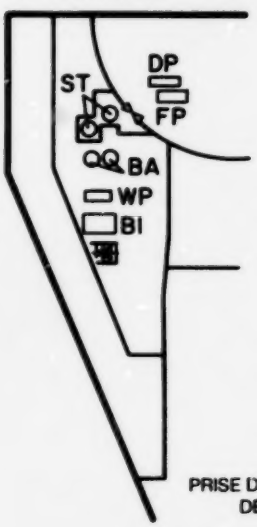
OCEAN RANGER

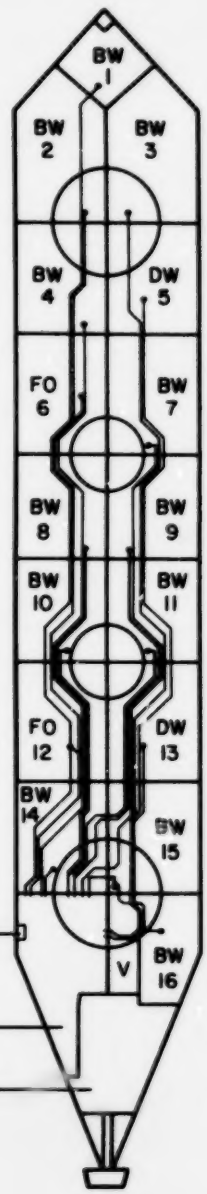
CHAMBRES DES POMPES ET DE PROPULSION (PONTON DE TRIBORD)

VUE DU DESSUS



VUE DU DESSOUS





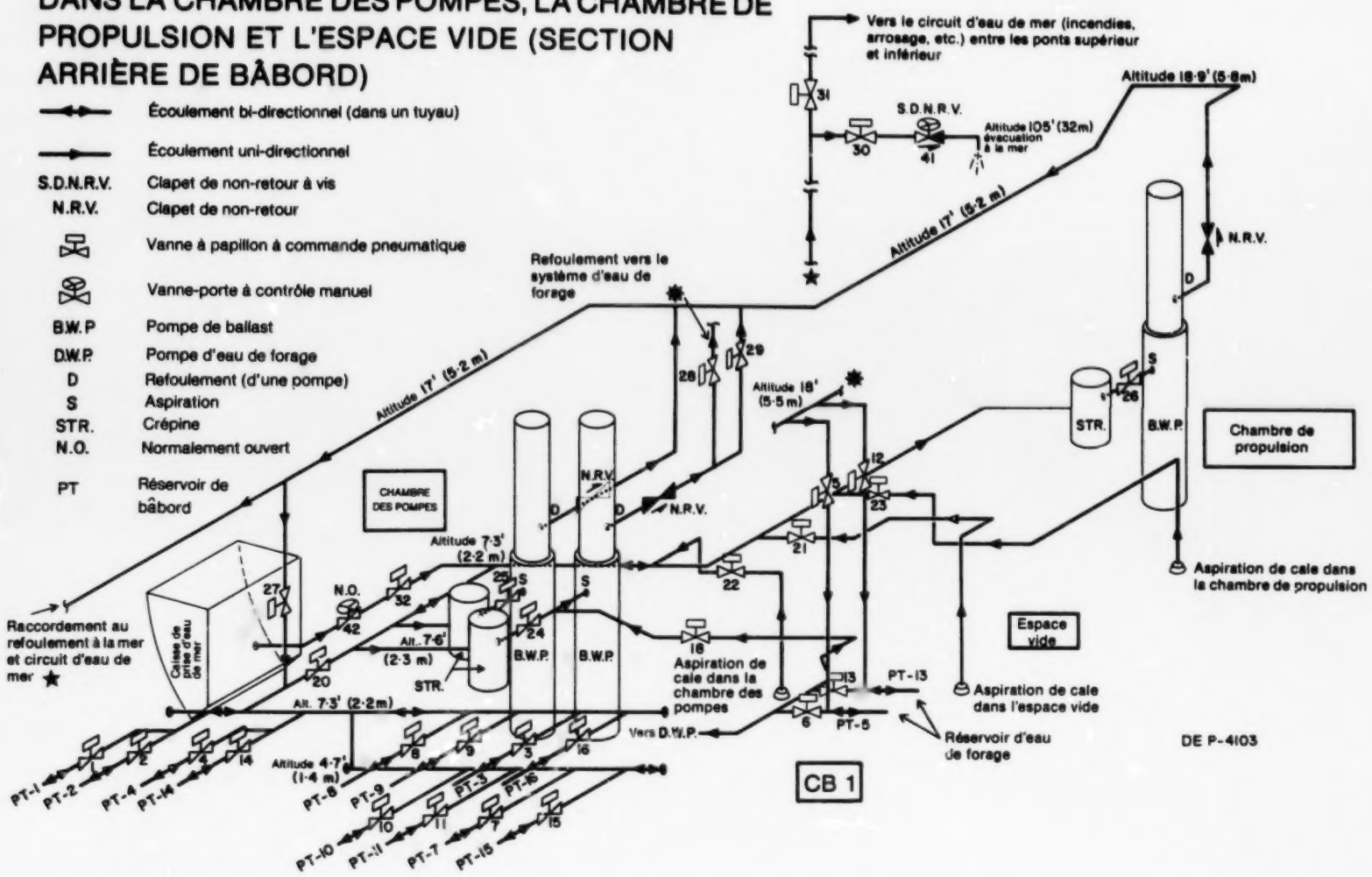
PRISE D'EAU DE MER

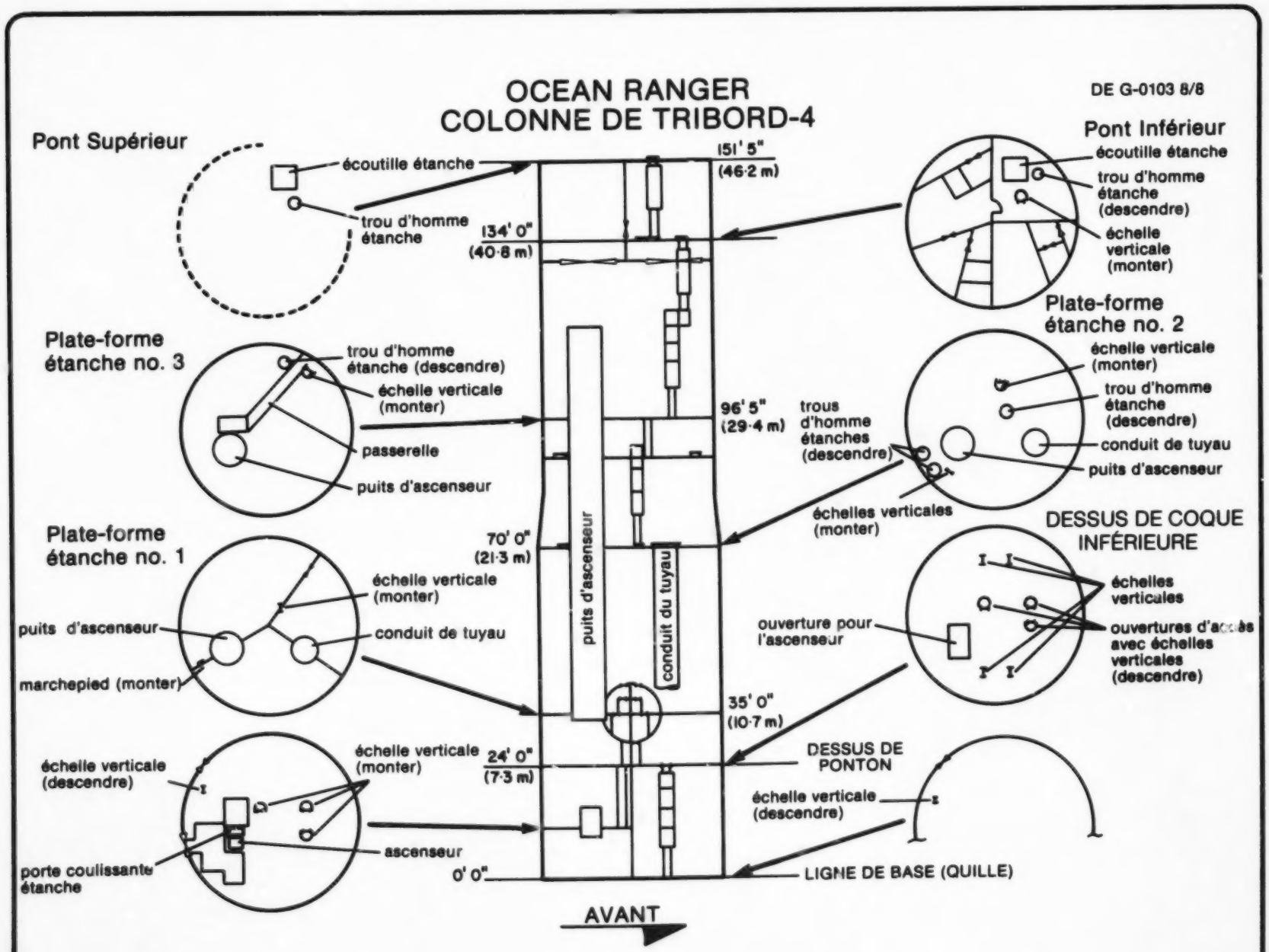
CHAMBRE DES POMPES (VUES DU DESSUS ET DESSOUS)

CHAMBRE DE PROPULSION (VUE DU DESSUS)

BA	POMPE D'EAU DE BALLAST
BI	POMPE DE CALE
BT	RÉSERVOIR DE BALLAST
CP	PANNEAU DE CONTRÔLE
DP	POMPE D'EAU DE FORAGE
EL	ASCENCEUR
FP	POMPE DE COMBUSTIBLE
HP	POMPES HYDRAULIQUES
LP	PANNEAU D'ÉCLAIRAGE
MC	CENTRE DE CONTRÔLE DES MOTEURS
PM	MOTEUR DE PROPULSION
RG	ENGRENAGE DE RÉDUCTION
SH	DIRECTION APPAREIL HYDRAULIQUE
ST	CRÉPINE
SU	RÉSERVOIR DE DÉPÔT
TR	TRANSFORMATEUR
VL	ÉCHELLE VERTICALE
WP	POMPE D'EAU DE REFROIDISSEMENT DU MOTEUR DE PROPULSION
WT	PORTE COULISSANTE ÉTANCHE
•	CRÉPINE DU RÉSERVOIR
BW	EAU DE BALLAST
DW	EAU DE FORAGE
FO	COMBUSTIBLE
V	ESPACE VIDE

OCEAN RANGER
DESSIN ISOMÉTRIQUE DES CIRCUITS DE BALLAST DANS LA CHAMBRE DES POMPES, LA CHAMBRE DE PROPULSION ET L'ESPACE VIDE (SECTION ARRIÈRE DE BÂBORD)

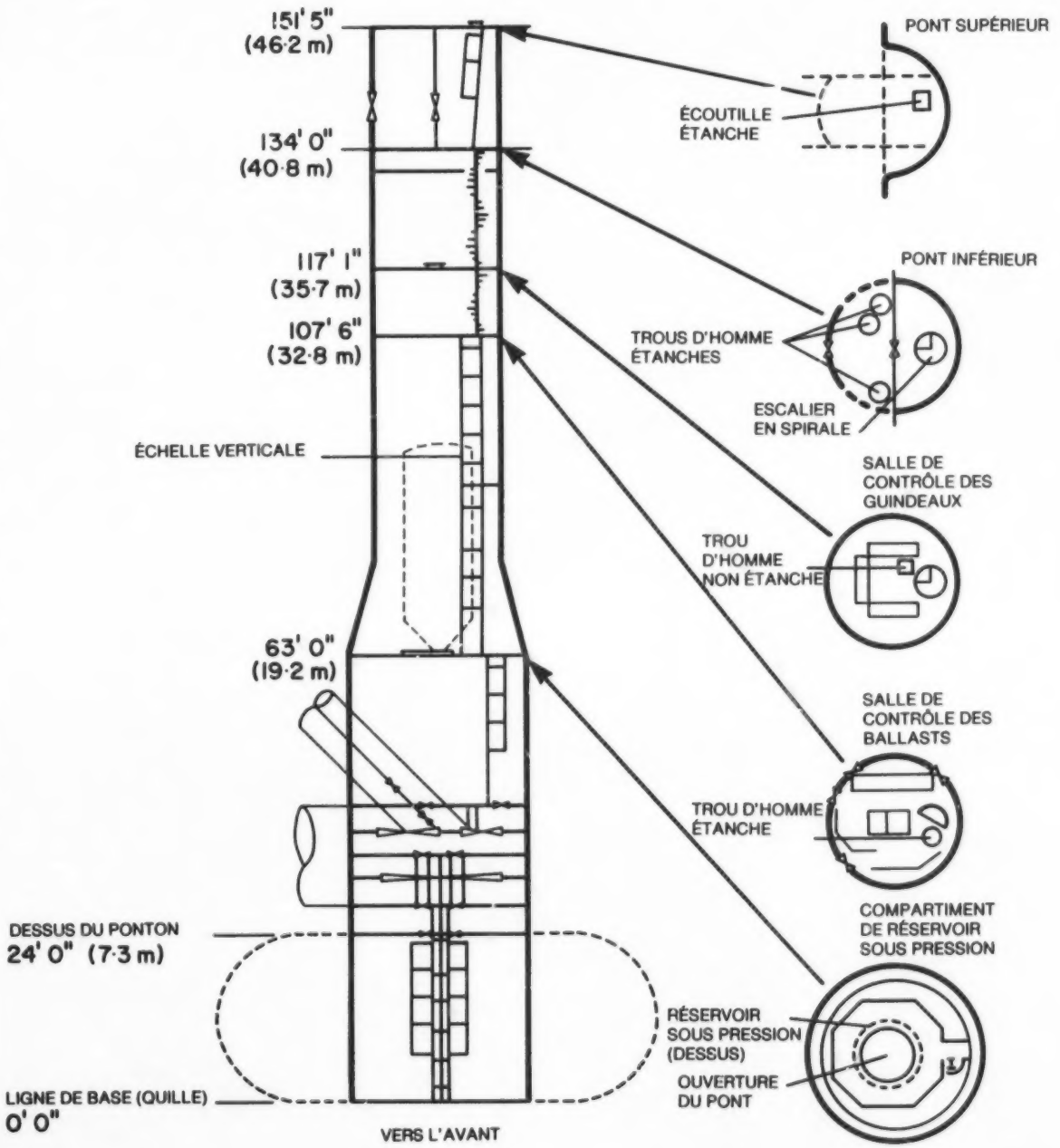



OCEAN RANGER
COLONNE DE TRIBORD-4
DE G-0103 8/8
Pont Supérieur
écoutille étanche
trou d'homme étanche
Pont Inférieur
écoutille étanche
trou d'homme étanche (descendre)
échelle verticale (monter)
151' 5" (46·2 m)
134' 0" (40·8 m)
Plate-forme étanche no. 3
trou d'homme étanche (descendre)
échelle verticale (monter)
passerelle
puits d'ascenseur
96' 5" (29·4 m)
trous d'homme étanches (descendre)
Plate-forme étanche no. 2
échelle verticale (monter)
trou d'homme étanche (descendre)
conduit de tuyau
puits d'ascenseur
échelles verticales (monter)
Plate-forme étanche no. 1
70' 0" (21·3 m)
échelle verticale (monter)
puits d'ascenseur
conduit de tuyau
marchepied (monter)
puits d'ascenseur
conduit du tuyau
DESSUS DE COQUE INFÉRIEURE
échelles verticales
ouverture pour l'ascenseur
ouvertures d'accès avec échelles verticales (descendre)
35' 0" (10·7 m)
échelle verticale (descendre)
échelle verticale (monter)
24' 0" (7·3 m)
DESSUS DE PONTON
échelle verticale (descendre)
ascenseur
porte coulissante étanche
0' 0"
LIGNE DE BASE (QUILLE)
AVANT

OCEAN RANGER

COLONNE DE TRIBORD -3

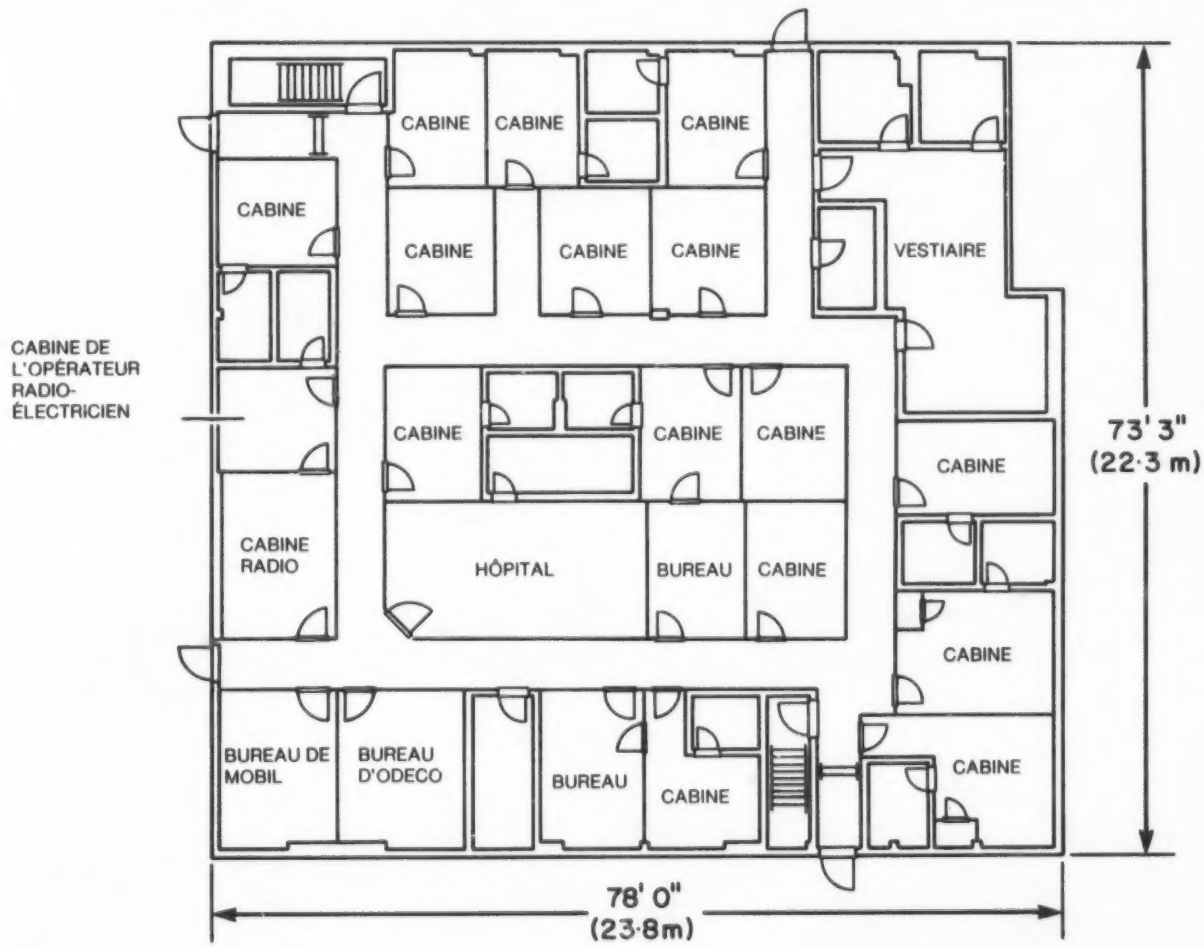
DE G-0103 8/8



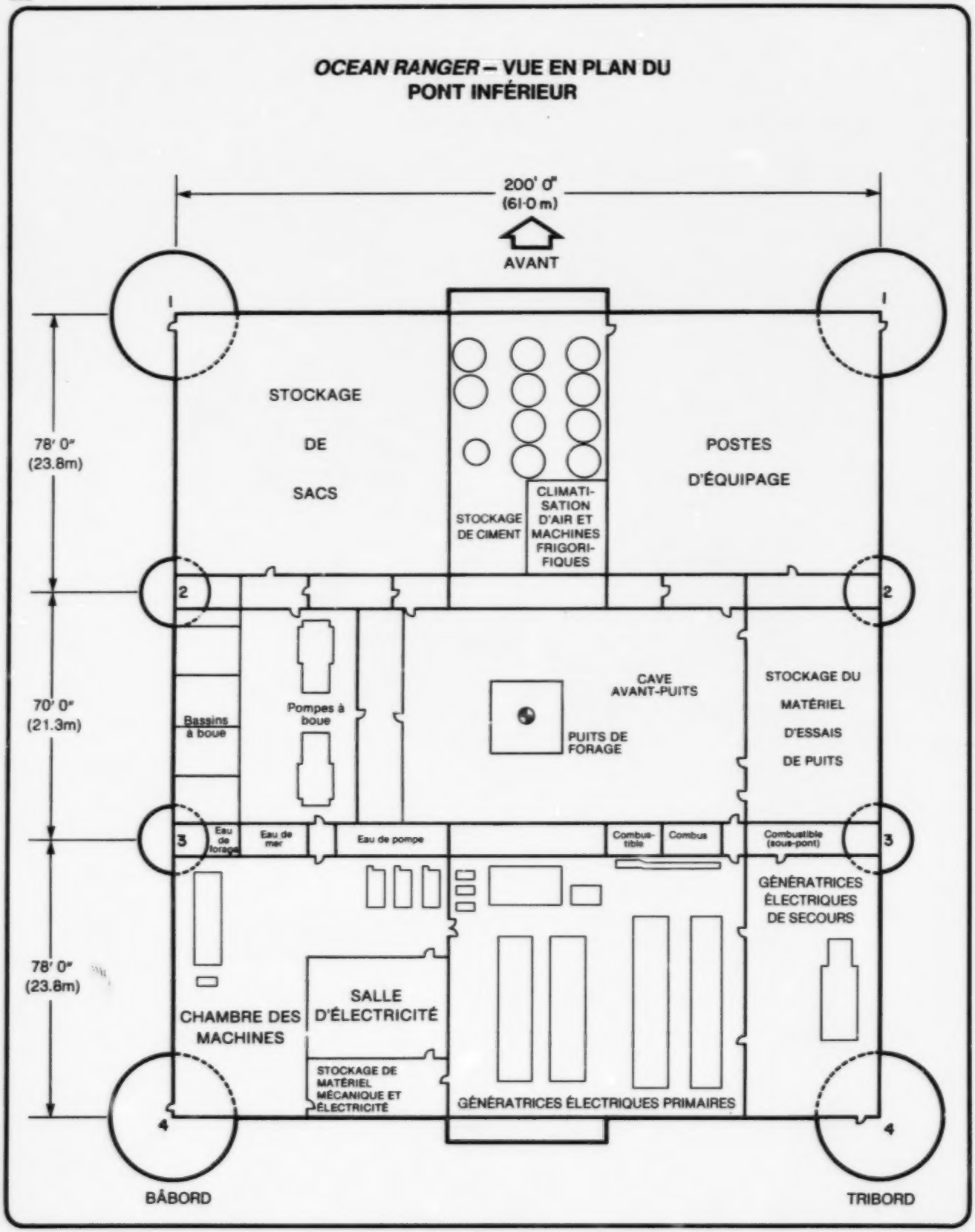
OCEAN RANGER

DISPOSITION GÉNÉRALE DU LOGEMENT

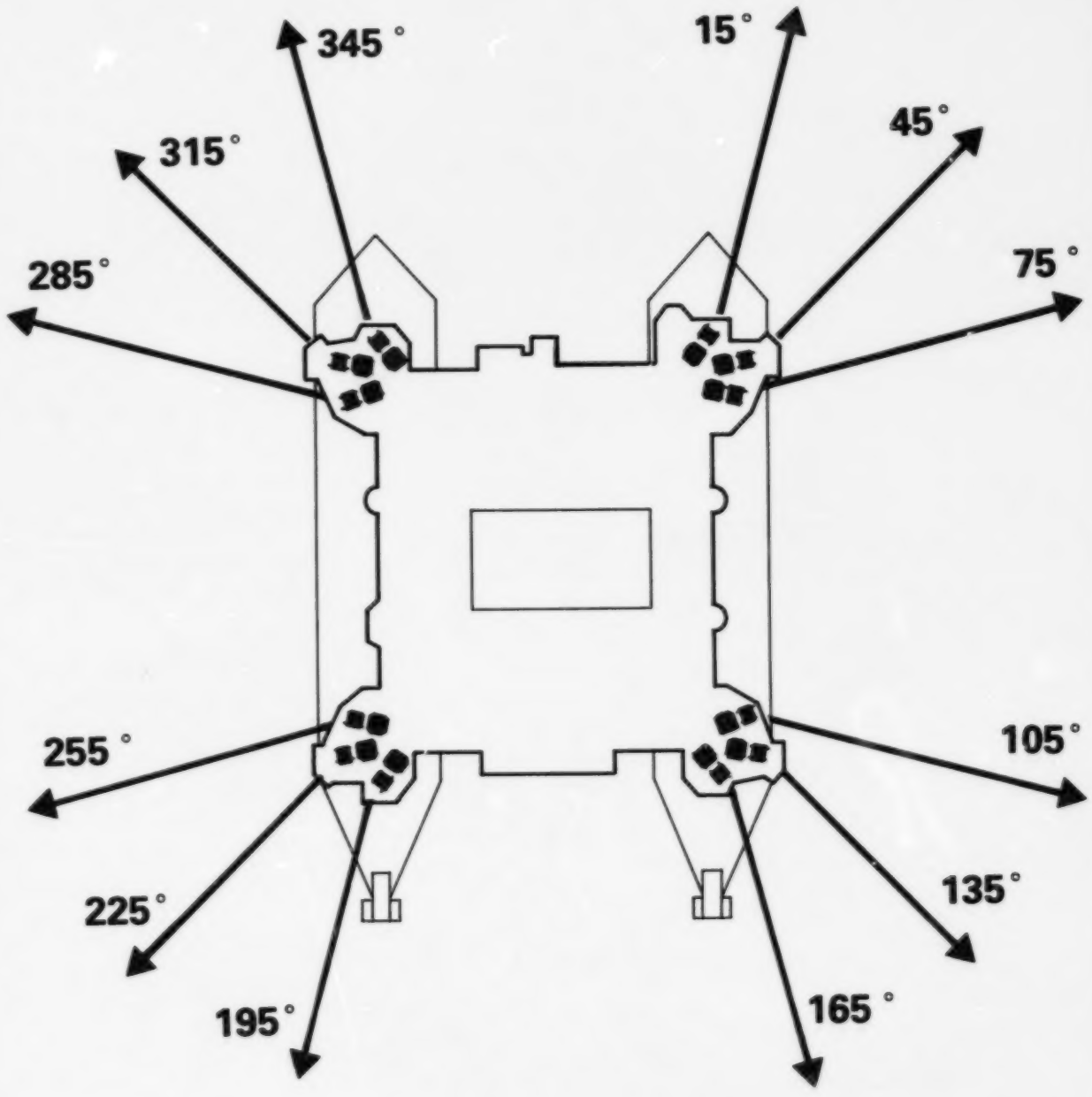
TROISIÈME ÉTAGE ALTITUDE 155' 0" (47·2 m)



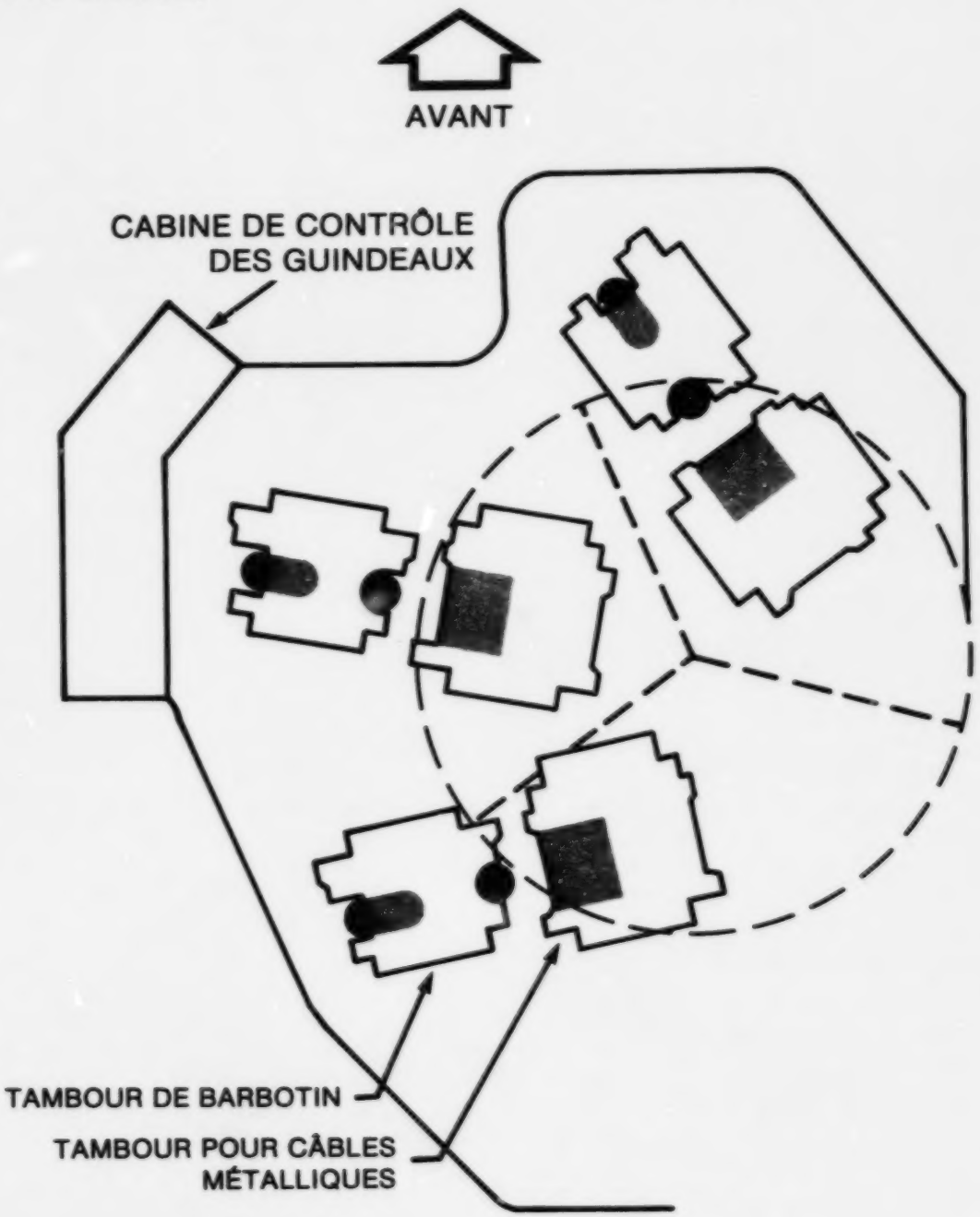
OCEAN RANGER – VUE EN PLAN DU PONT INFÉRIEUR



OCEAN RANGER — PLAN POUR LA DISPOSITION DES AMARRES



OCEAN RANGER — VUE EN PLAN DES TREUILS D'AMARRAGE (SITUÉS AU-DESSUS DU PUITS AU CHAÎNES)



APPENDICE G

LE DÉSASTRE

1. TELEX D'URGENCE 397
Transmis par l'*Ocean Ranger* à 0439 Zulu (01 h 09 HNT) le 15 février, 1982 au United States Coast Guard Rescue Co-ordination Centre, New York.
Pièce #66.

2. LISTE DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE QUI ONT ÉTÉ RETROUVÉS PAR DATE, HEURE ET POSITION 398
Tirée des rapports de la Gendarmerie royale canadienne.
Pièce #200.

3. LISTE DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE DE L'*OCEAN RANGER* QUI ONT ÉTÉ RETROUVÉS 399
Extrait de la pièce #41.

4. LISTE DES MEMBRES D'ÉQUIPAGE NON RETROUVÉS. 400
Extrait de la pièce #41.

5. ARTICLES RÉCUPÉRÉS AU COURS DES OPÉRATIONS DE RECHERCHE ET SAUVETAGE 403
du 15 au 25 février, 1982
Extrait du rapport interne de la GRC.

6. NON-DISPONIBILITÉ DES AÉRONEFS EN RAISON DES TRAVAUX DE MAINTENANCE 103E UNITÉ DE SAUVETAGE, BASE DES FORCES CANADIENNES À GANDER. 405
Extrait de la pièce #193.

NOTE: La communication entre l'Ocean Ranger et le RCC NYK CG s'est terminée à 0500Z, le 15 février 1982. L'opérateur du Centre de Commutation Telex a tenté à treize (13) reprises de communiquer avec l'*Ocean Ranger*, entre 0500Z et 0626Z, afin de remettre la plate-forme en contact avec la garde côtière. La plate-forme n'a pas répondu. (À cause de l'importance du ton de ce telex; on ne l'a pas traduit.)

APPENDICE G-1
Telex d'urgence transmis par l'*Ocean Ranger*
à 0439 Zulu (01h09 HNT) le 15 février 1982

(2/15/82)

HQT 0439Z

CENB 1330702

ARE EXPERIENCING A SEVERE LIST U NABLE TO CORRECT PROBLEM. NOTIFYING YOU PF PROBLEM QSL

(TELEX SWITCH OPTR-COMSAT) DO YOU WISH CONNECTION TO COAST GUARD AND WHAT SATELLITE ARE YOU ON GA

(O.C.) R R I WUD WISH CONN AM ON SATELLITE

(TELEX SWITCH) DO U WISH COAST GUARD NYK OR SAN FRANCISCO GA

(O.C.) NYK PLS

(TELEX SWITCH) MOM
230127775+ CONNECTION MADE WITH USCG RCC NYK 0442.6Z 15 FEBRUARY

USCG RCC NYK
USCG RCC NYK

CENB 1330702

(O.C.) WE ARE THE ODECO OCEAN RANGER KRTB LOC 46.43.33 N 48.50.13 W AND ARE EXPERIENCING A SEVERE LIST OF ABOUT 10-15 DEGREES AND ARE IN THE MIDDLE OF A SEVERE STORM AT THE TIME 12 DEGREES AND PREGRESSING. . . REQUEST ASST ASAP. . . WE ARE AN OFFSHORE DRILLING PLATFORM. . .
GA

(C.G.) DE RCC NYK WILL PAS INFO
(O.C.) R R WE WILL STBY AS LONG AS POSS
CENB 1330702
(O.C.) WINDS AT THIS TIME ARE APPROX FROM THE WEST AT APPROX 75 KNOTS.
RIG IS OF SEMI-SU SUBMERSIBLE BUILD AND IS LISTING SEVERELY
12-15 DEGREES TO THE PORT SIDE. . . GENL INFO
CENB 1330702

(C.G.) USCG RCC NYK
INFO HAEEE
INFO IS BEING FOREWARDED TO RCCHALEEE RCC HALIFAX
GA
(O.C.) R RGA
(O.C.) R R WE CHECK THAT ALL AVAILABLE WORKBOATS IN THE IMMEDIATE AREA ARE COMING TO OUR ASST THERE ARE TWO OTHER SEMI SUBMERSIBLES IN THE AREA AND WILL DO ALL POSSIBLE TO ASSIST
GA
(C.G.) R R WILL ALSO PASS THIS INFO

APPENDICE G-2
Liste des membres d'équipage qui ont été récupérés (par date, heure et position)

VICTIME	RÉCUPÉRÉ PAR	POSITION	HEURE (LOCALE)
Melvin Freid	*Nordertor*	46°35'N/48°31.5'W	11h50, 15 février 1982
Craig Tilley	*Schnoorturm*	46°30'N/48°37'W	16h45, 16 février 1982
Kenneth O'Brien	*Hudson*	Les corps de ces cinq (5) victimes ont été récupérés aux heures et positions suivantes. La séquence des heures et des positions ne correspond pas nécessairement.	
Kenneth Blackmore	*Hudson*		
Ronald Foley	*Hudson*	46°27.5'N/48°22.2'W,	09h17, 17 février 1982
		46°27.5'N/48°19.0'W,	10h34, 17 février 1982
		46°27.5'N/48°17.9'W,	11h, 17 février 1982
Norman Dawe	*Hudson*	46°27.0'N/48°19.0'W,	11h45, 17 février 1982
		46°27.6'N/48°18.9'W,	11h45, 17 février 1982
Derek Escott	*Hudson*		
Thomas Blevins	*Java Seal*	Le corps de neuf (9) des victimes récupérées par le Java Seal l'ont été le 17 février 1982 entre 08h55 et 10h50 dans un rayon de trois milles par 46°27.8'N/48°21.4'W	
Wade Brinstone	*Java Seal*		
Wayne Miller	*Java Seal*		
George F. Augot	*Java Seal*		
Ron E. Heffernan	*Java Seal*		
Robert Hicks	*Java Seal*		
Joseph C. Burry	*Java Seal*	Le corps de trois (3) des victimes récupérées par le Java Seal l'ont été le 17 février 1982 à 13h00 par 46°25'N/48°11'W	
Cliff Kuhl	*Java Seal*		
Douglas Putt	*Java Seal*		
Woodrow Warford	*Java Seal*	Le corps d'une (1) des victimes récupérées par le Java Seal l'ont été à 08h15 le 18 février 1982 par 46°19.1'N/48°13'W	
Robert Wilson	*Java Seal*		
William David Smith	*Java Seal*		
David Leon Droddy	*Java Seal*		
Gerald Clarke	*Boltentor*	45°41.5N/48°28'W	12h15, 20 février 1982
Kenneth Chafe	*Bartlett*	45°43'N/48°23'W	08h25, 20 février 1982

APPENDICE G-3

Liste des membres d'équipage de l'Ocean Ranger qui ont été retrouvés

SOCIÉTÉ	NOM	ADRESSE
ANALYSTS OF CANADA LTD.	ESCOTT, Derek technicien, diagraphies	Mount Pearl, Terre-Neuve
ATLANTIC FORTIER	WARFORD, Woodrow steward	Carbonear, Terre-Neuve
EASTEEL INDUSTRIES	CHAFE, Kenneth ajusteur	Topsail, Terre-Neuve
	CLARKE, Gerald soudeur	St. John's, Terre-Neuve
	PUTT, Douglas soudeur	Goulds, Terre-Neuve
HYDROSPACE MARINE SERVICES	MILLER, Wayne plongeur	St. John's, Terre-Neuve
NEYTFOR (TURBO-DRILL)	KUHL, Cliff	Brooks, Alberta
	WILSON, Robert	Calgary, Alberta
ODECO DRILLING	AUGOT, George F. ouvrier de plancher	Torbay, Terre-Neuve
	BLACKMORE, Kenneth infirmier	Norris Arm, Terre-Neuve
	BLEVINS, Thomas accrocheur	Plainfield, Connecticut, É.-U.-A.
	BRINSTON, Wade grutier	Arnold's Cove, Terre-Neuve
	BURRY, Joseph C. soudeur	Norman's Cove, Terre-Neuve
	DAWE, Norman machiniste	Harbour Grace, Terre-Neuve
	DRODDY, David Leon foreur	Covington, Louisianne É.-U.-A.
	FOLEY, Ronald manœuvre de forage	St. John's, Terre-Neuve
	FREID, Melvin matériaux	St. John's, Terre-Neuve
	HEFFERNAN, Ron E. manœuvre de forage	St. John's, Terre-Neuve
	HICKS, Robert L. mécanicien/électricien responsable	Goose Creek, Caroline du Sud É.-U.-A.
	O'BRIEN, Kenneth ouvrier de plancher	St. John's, Terre-Neuve
	SMITH, William David mécanicien d'installation de forage	Valley Station, Kentucky, É.-U.-A.
	TILLEY, Craig manœuvre de forage	St. John's, Terre-Neuve

APPENDICE G-4
Les membres d'équipage non retrouvés et présumés morts

ANALYSTS OF CANADA	DODD, Jim Technicien-chef, diagraphies	Berwick, Nouvelle-Écosse
	FOGG, Peter Chef d'exploitation, concept total	Mt. Pearl, Terre-Neuve
	GREENE, Cyril Échantillonneur	Piccadilly, Terre-Neuve
	HOLDEN, Derek Technicien-chef, diagraphies	Mt. Pearl, Terre-Neuve
	SHEPPARD, Rick Technicien, diagraphies	St. John's, Terre-Neuve
	SMIT, Frank Technicien, diagraphies	Kilbride, Terre-Neuve
ATLANTIC FORTIER	CONWAY, Daniel Steward	St. John's, Terre-Neuve
	DWYER, Terrance Chef steward	Carbonear, Terre-Neuve
	HARNUM, Fred Steward	St. John's, Terre-Neuve
	NOSEWORTHY, Randy Cuisinier de nuit	St. John's, Terre-Neuve
	PINHORN, John Steward	St. John's Terre-Neuve
	RYANN, Dennis Steward	Medford, Ontario
	SMITH, William Steward	St. John's, Terre-Neuve
BAROID OF CANADA LTD.	HOWLAND, Robert C.	Calgary, Alberta
D'EON, MILLER & ASSOC.	HATFIELD, TOM Géologue	Wolfville, Nouvelle-Écosse
DOWELL OF CANADA LTD.	DAGG, Arthur Cimenteur	St. John's, Terre-Neuve
HYDROSPACE MARINE SERVICES	CRAWFORD, Gary Superviseur des plongées	St. John's, Terre-Neuve
	HALLIDAY, Norman Plongeur	Toronto, Ontario
	MITCHELL, Gord Plongeur	Lacombe, Alberta
	MORRISON, Perry Plongeur	Weston, Ontario
MacLAREN PLANSEARCH LTD.	CAINES, Greg Observateur météorologique – glaces	St. John's, Terre-Neuve

	DRAKE, Wayne Observateur météorologique – glaces	Kilbride, Terre-Neuve
PORTA TEST SYSTEMS LTD.	ARSENAULT, Robert Superviseur de chantier	St. John's, Terre-Neuve
	REID, Darryl Opérateur de chantier	Upper Gullies, Terre-Neuve
	TILLER, Greg Opérateur de chantier	Mt. Pearl, Terre-Neuve
SCHLUMBERGER OF CANADA	CHALMERS, David Ingénieur en chef de chantier	St. John's, Terre-Neuve
	HOWELL, Robert Chef opérateur, opérations au câble	London, Ontario
MOBIL OIL CANADA LTD.	FENEZ, Robert Ingénieur de forage	St. John's, Terre-Neuve
	JACOBSEN, Jack Contremaître de forage	Tusket, Nouvelle-Écosse
	MADDEN, Robert Contremaître de forage	Calgary, Alberta
ODECO DRILLING	BALDWIN, Nicholas Ouvrier de plancher	Carbonear, Terre-Neuve
	BOUTCHER, David Ouvrier de plancher	Corner Brook, Terre-Neuve
	BURSEY, Paul Électricien	St. John's, Terre-Neuve
	DONLON, Thomas Électricien	Sumter, Caroline du Sud, É.-U.-A.
	DUGAS, William Grutier	Abbeville, Louisiane, É.-U.-A.
	DYKE, Domenic Opérateur de salle de contrôle	Eastport, Terre-Neuve
	EVOY, Andrew Manœuvre de forage	Mt. Carmel, Terre-Neuve
	FERGUSON, Randell Technicien d'installation – sous-marine	Natchez, Mississippi, É.-U.-A.
	FRY, Carl Surveillant de la boue	St. John's, Terre-Neuve
	GANDY, George Mécanicien d'installation de forage	Logansport, Louisianne, É.-U.-A.
	GERBEAU, Guy Accrocheur	Montréal, Québec
	GORUM, Reginald Foreur	El Paso, Tesax, É.-U.-A.
	HAUSS, Capt. Clarence Chef de barge	Baltimore, Maryland, É.-U.-A.

	HICKEY, Gregory Opérateur radioélectricien	Torbay, Terre-Neuve
	HOWELL, Albert Machiniste	Mount Pearl, Terre-Neuve
ODECO DRILLING	LEDREW, Harold Manœuvre de forage	Botwood, Terre-Neuve
	LEDREW, Robert Ouvrier de plancher	Botwood, Terre-Neuve
	MAURICE, Michael Manœuvre de forage	St. John's, Terre-Neuve
	MELENDY, Ralph Ouvrier de plancher	St. John's, Terre-Neuve
	O'NEILL, Paschal Joseph Manœuvre de forage	Fermeuse, Terre-Neuve
	PALMER, George Manœuvre de forage	St. John's, Terre-Neuve
	PARSONS, Clyde Ouvrier de plancher	Foxtrap, Terre-Neuve
	PIEROWAY, Donald Manœuvre de forage	Barachois Brook, Terre-Neuve
	POWELL, Willie Adjoint au chef de chantier de forage	Franklinton, Louisiane
	POWER, Gerald Surveillant de la boue	St. John's, Terre-Neuve
	RATHBUN, Donald Opérateur de la salle de contrôle	Narragansett, Rhode Island, É.-U.-A.
	STAPLETON, Ted Technicien en électronique	Mt. Pearl, Terre-Neuve
	THOMPSON, Benjamin Kent Chef de chantier de forage	Hattiesburg, Mississippi, É.-U.-A.
	VAUGHN, Gerald Adjoint au chef de chantier de forage	Collins, Mississippi, É.-U.-A.
	WATKINS, Michael Représentant – relations industrielles	Nouvelle-Orléans, Louisiane, É.-U.-A.
	WINDSOR, Robert Ouvrier de plancher	Paradise, Terre-Neuve
	WINDSOR, Stephen Manœuvre de forage	Paradise, Terre-Neuve

APPENDICE G-5
Articles récupérés au cours des opérations de recherche et de sauvetage

Cet appendice porte sur la réception et l'identification des pièces reçues au Quai 17 du port de St. John's et récupérées par les navires engagés dans les missions de recherche et sauvetage lors du désastre maritime de l'Ocean Ranger. Les pièces volumineuses sont entreposées dans le bâtiment 205, Pleasantville, St. John's, Terre-Neuve. Les autres pièces sont remisées au poste de la GRC à Donovans, Terre-Neuve.[1]

À 07h20, le 17 février 1982, le navire de soutien *Nordertor* commandé par le capitaine Baxter ALLINGHAM, est arrivé au quai 17. Les pièces suivantes ont été reçues :

(1) Une hélice en bronze fixée à un arbre de commande de quatre pieds de longueur. L'hélice et l'arbre ont été arrachés d'une embarcation de sauvetage de l'*Ocean Ranger* alors que l'équipage du *Nordertor* tentait de hisser l'embarcation sur son pont. Ceci s'est produit à 11h50 (heure locale) le 15 FÉVRIER 1982. La position était 46°35'N et 48°31'5"W. Cette information est tirée du journal de bord du navire.

(2) Une embarcation de sauvetage de 58 places identifiée *Ocean Ranger* #3. L'embarcation de sauvetage a été fabriquée par Watercraft America Inc. et porte le numéro de série ELZ8-034/11/79. On a constaté que l'embarcation de sauvetage était retournée sur le pont du *Nordertor* et attachée au moyen de câbles et de chaînes. L'un des câbles avait coupé la moitié de la coque de l'embarcation de sauvetage. L'accastillage était complètement détruit; l'embarcation ne contenait pas de provisions mais deux rames identifiées *Ocean Ranger*. L'embarcation a été récupérée à 12h20 le 16 FÉVRIER 1982 par 46°24'N/48°15'W.

À 15h40, le 19 FÉVRIER 1982, le navire de service *Ravensturm* est arrivé au quai 17 et les cinq articles suivants ont été remis par le 1er lieutenant John COONEY:

(3) La section du fond d'un radeau de sauvetage pneumatique Elliott de 20 places en piètre état. Radeau récupéré à 14h54 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°14'N/47°24.2'W.

(4) La section supérieure d'un radeau de sauvetage pneumatique Elliott à 20 places. On a remarqué que le tendelet était très déchiré et que les compartiments se séparaient les uns des autres. Aucune section ne contenait de l'air. Radeau récupéré à 14h54 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°14'N/47°24'W.

(5) Un bidon gris de dix gallons fortement bosselé d'un côté et rouillé. Bidon récupéré à 15h le 17 FÉVRIER 1982 par 46°14'N/47°24'W.

(6) Un grand morceau de polystyrène jaune, identique à la mousse utilisée dans l'embarcation de sauvetage #3 de l'*Ocean Ranger* mais ne provenant pas de l'embarcation de sauvetage #3. Ce morceau de polystyrène a été récupéré à 15h00 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°14'N/47°24'W.

(7) Identique à (6) ci-dessus.

À 06h13, le 20 FÉVRIER 1982, le *MV Java Seal*, commandé par le capitaine Robert FRONTIERRO a été visité et les articles suivants ont été remis :

(8) Treize brassières de sauvetage BILLY PUGH.

(9) Un gilet de travail BILLY PUGH et un assortiment d'autres épaves.

(10) Un sac à ordures contenant un rouleau de câble de couleur orange, une fusée éclairante et neuf bidons d'eau potable. Ces articles sont identiques aux fournitures trouvées dans un radeau de sauvetage pneumatique Elliott à 20 places. Ces articles ont été récupérés à 12h50 le 18 FÉVRIER 1982 par 46°13'N/47°49'W.

(11) Un sac de provisions fluorescent de couleur orange provenant d'un radeau de sauvetage Elliott à 20 places et contenant quarante bidons d'eau potable. Ce sac a été récupéré à 14h30 le 18 FÉVRIER 1982 par 46°07'N/47°41'W.

À 10h10, le 22 FÉVRIER 1982, le *Boltentor* commandé par le capitaine J.C. DAVISON est arrivé au quai 22 et a remis les pièces suivantes :

(12) Une embarcation de sauvetage HARDING à 50 places, provenant de l'*Ocean Ranger*. L'embarcation a été construite en 1974 à Bjorke Batbyggeri, Rosendal, Norvège. Numéro de série 2978. Cette embarcation était bien approvisionnée mais en mauvais état. Deux postes radio portatifs de marine trouvés dans l'embarcation étaient identifiés *Ocean Ranger* nº 1. La majorité de l'accastillage était encore en place mais il était écrasé sur l'embarcation. La partie avant de l'embarcation était défoncée et le bossoir avant manquait. Embarcation récupérée à 13h10 (heure locale) le 16 FÉVRIER 1982 par 46°16'N/48°08'W.

[1]Tiré d'un rapport interne de la GRC sur les articles obtenus des navires engagés dans les missions de recherche et sauvetage.

(13) Une partie d'un gilet de travail BILLY PUGH. Aucune marque sur le gilet. Gilet récupéré à 13h20 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°01'N/47°11'W.

(14) Un sac fluorescent de couleur orange provenant d'un radeau de sauvetage Elliott à 20 places et contenant 24 bidons d'eau potable. Sac récupéré à 13h20 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°01'N/47°12'W.

(15) Un radeau de sauvetage pneumatique Elliot à 20 places. Le radeau se trouvait dans un état passable; plusieurs compartiments du fond étaient gonflés mais la partie supérieur du tendelet était très déchirée. Radeau récupéré à 13h25 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°01'N/47°11'W.

À 10h55, le 23 FÉVRIER 1982, le *Seaforth Highlander* commandé par le capitaine Ronald Stewart DUNÇAN a été visité et les articles suivants ont été remis :

(16) Un radeau de sauvetage pneumatique Elliot à 20 places en piètre état. Le radeau était déchiré et complètement dégonflé. La majeure partie du tendelet avait été emportée et ce qui en restait était en lambeaux. Radeau récupéré à 12h55 le 17 FÉVRIER 1982 par 45°47'N/46°41'W.

(17) Un sac fluorescent de couleur orange contenant seize bidons d'eau potable et deux fusées éclairantes rouges à main. Les fusées étaient dans un sac en plastique mais elles étaient imbibées d'eau. Le tout a été récupéré à 14h22 le 17 FÉVRIER 1982 par 45°49'N/46°39.5'W.

(18) Une balle de gros cordage jaune récupérée à 16h52 le 17 FÉVRIER 1982 par 46°10'44"N / 48°11'31"W.

À 11h le 25 FÉVRIER 1982, le *Bartlett*, navire de la Garde côtière canadienne commandé par le capitaine Phillip GRANDY, a été visité et les articles suivants ont été remis :

(19) Un radeau de sauvetage pneumatique Elliot de 20 places en deux sections. Le radeau était dégonflé et très déchiré. La majorité du tendelet avait été emportée et ce qui en restait était en lambeaux. Radeau récupéré à 06h20 (heure locale) le 20 FÉVRIER 1982 par 45°47'N/48°22.6'W.

(20) Une brassière de sauvetage BILLY PUGH enlevée du corps d'une victime de l'*Ocean Ranger*. La brassière portait l'inscription *Ocean Ranger*. Récupérée à 08h25 (heure locale) le 20 FÉVRIER 1982 par 45°43'N/48°23'W.

(21) Une radiobalise de détresse (ELT) identifiée *Ocean Ranger*. Cette ELT fonctionnait encore lorsqu'elle a été récupérée à 14h07 le 20 FÉVRIER 1982 par 45°47'N/48°22.6'W.

(22) Une section centrale en fibre de verre grise provenant d'une embarcation de sauvetage. Cette section était pleine de provisions et contenait une feuille de contrôle identifiée Lifeboat N° 2 (Embarcation de sauvetage n° 2). Récupérée à 06h20 (heure locale) le 20 FÉVRIER 1982 par 45°43'N/48°23'W.

En plus des articles précédents, les suivants ont été récupérés depuis:

a) Le 12 JUILLET 1982, le *Zambezi*, chalutier de Fishery Products, a récupéré un radeau de sauvetage pneumatique Elliot de 20 places par 45°30'N/48°50'W alors qu'il chalutait au large des Grands bancs. Le bateau a fait escale à Catalina et le radeau de sauvetage a été remis à la GRC.

b) Deux gilets de sauvetage portant l'inscription *Ocean Ranger* étaient rejeté sur la côte des Îles Féroé au nord d'Écosse. Ils étaient récupérés séparément pendant l'été de 1982.

APPENDICE G-6
Non-disponibilité des aéronefs en raison des travaux de maintenance

HÉLICOPTÈRE 301	HÉLICOPTÈRE 302	HÉLICOPTÈRE 310
DATES (DURÉE) 1981	DATES (DURÉE) 1981	DATES (DURÉE) 1981
12 mars – 14 avril (34 jours)	16 mars – 16 mars (7 hrs)	11 mars – 17 mars (6 jours)
15 avril – 16 avril (1 jour)	22 mars – 26 mars (14 hrs)	23 mars – 01 avril (8 jours)
25 avril – 25 avril (8 hrs)	27 mars – 27 mars (16.5 hrs)	07 mai – 08 mai (24 hrs)
30 avril – 06 mai (6 jours)	02 avril – 02 avril (10 hrs)	14 mai – 14 mai (7 hrs)
10 juin – 12 juin (2 jours)	06 avril – 06 avril (9 hrs)	15 mai – 17 mai (2 jours)
18 juin – 19 juin (19 hrs)	10 avril – 10 avril (4 hrs)	19 mai – 02 juin (13.5 jours)
20 juin – 21 juin (33 hrs)	15 avril – 15 avril (13 hrs)	04 juin – 04 juin (5 hrs)
03 juill – 03 juill (3.5 hrs)	21 avril – 23 avril (58 hrs)	15 juin – 15 juin (6 hrs)
07 juill – 09 juill (46 hrs)	28 avril – 01 mai (2.5 jours)	18 juin – 19 juin (16 hrs)
21 juill – 03 sept (51 jours)	17 mai – 19 mai (2 jours)	19 juin – 19 juin (6 hrs)
23 sept – 23 sept (7 hrs)	01 juin – 26 juin (26 jours)	29 juin – 06 juill (7 jours)
22 oct – 22 oct (3 hrs)	08 juill – 20 juill (13 jours)	11 juill – 20 juill (9 jours)
10 nov – 10 nov (4.5 hrs)	27 juill – 27 juill (15 hrs)	31 août – 06 oct (36 jours)
25 nov – 30 nov (5 jours)	06 août – 06 août (6 hrs)	08 oct – 13 oct (5.5 jours)
14 déc – 15 déc (29 hrs)	12 août – 13 août (12 hrs)	16 oct – 18 oct (2.5 jours)
	14 août – 14 août (20 hrs)	20 oct – 21 oct (17 hrs)
	03 sept – 03 sept (3.5 hrs)	02 nov – 05 nov (3 jours)
	08 sept – 09 sept (8.5 hrs)	07 nov – 09 nov (2.5 jours)
	16 sept – 18 sept (2 jours)	04 déc – 06 déc (2.5 jours)
	22 sept – 23 sept (12 hrs)	
	23 sept – 29 sept (6 jours)	
	03 oct – 06 oct (4 jours)	
	08 oct – 27 nov (51 jours)	
	06 déc – 10 déc (4.5 jours)	
	11 déc – 11 déc (9 hrs)	
	15 déc – 24 déc (8.5 jours)	
DATES (DURÉE) 1982	DATES (DURÉE) 1982	DATES (DURÉE) 1982
22 déc – 14 fév (53 jours)	06 jan – 06 jan (8 hrs)	14 jan – 21 jan (7.5 jours)
04 mars – 05 mars (28 hrs)	12 jan – 12 jan (7 hrs)	08 fév – 10 fév (2 jours)
05 mars – 06 mars (35.5 hrs)	14 jan – 14 jan (3.5 hrs)	22 fév – 25 mars (32 jours)
09 mars – 09 mars (3 hrs)	26 jan – 26 jan (7 hrs)	
17 mars – 17 mars (2.5 hrs)	27 jan – 27 jan (9.5 hrs)	
	28 jan – 28 jan (4 hrs)	
	04 fév – 06 fév (2.5 jours)	
	11 fév – 11 fév (7 hrs)	
	12 fév – 13 fév (1.5 jours)	
	02 mars – 31 mars (30 jours)	

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

ABS American Bureau of Shipping.

AGENT DES COMMUNICATIONS D'URGENCE Tel qu'identifié dans le plan d'urgence, agent de la compagnie Mobil qui en temps de crise exerce le contrôle des mesures d'urgence et des transmissions d'informations. Cette fonction est normalement assurée par une des personnes suivantes: le contremaître, le surveillant des opérations de forage, l'ingénieur en chef, le chef de logistique ou le chef-comptable.

AMARRES Tout cordage, chaine ou câble au moyen duquel une installation est amarrée au quai ou ancrée au fond de la mer.

AMPÈREMÈTRE Instrument destiné à mesurer l'intensité d'un courant électrique.

ANÉMOMÈTRE Appareil servant à mesurer la vitesse du vent.

APGTC Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada

APPEL À TOUS LES NAVIRES Transmission radio destinée à tous les navires se trouvant dans la zone d'émission de la station émettrice. Le message est précédé d'un mot convenu international correspondant au degré d'urgence, tel que la répétition trois fois de «MAYDAY RELAY» dans le cas d'un signal de détresse, ou de «PAN-PAN» dans le cas d'un signal d'urgence.

ASSIETTE Manière dont un navire est «assis» dans l'eau, c'est-à-dire, sa situation quant à la différence des tirants d'eau arrière et avant.

AURORA Nom d'un type d'aéronef de patrouille maritime. Ces appareils sont équipés d'instruments sophistiqués pour la détection et la poursuite de sous-marins, et sont parfois utilisés par les autorités SAR pour la coordination des mouvements d'aéronefs et de bâtiments dans la zone des recherches.

AUTORISATION DE FORAGE Autorisation donnée à l'exploitant par l'administration du pétrole et du gaz des terres du Canada après l'étude par celle-ci du programme de forage proposé. L'exploitant doit obtenir une autorisation pour chacun des puits qu'il veut forer.

AU VENT Dans la direction d'où souffle le vent.

BANDE LATÉRALE UNIQUE Mode de communication reconnu au niveau international. La BLU (ou SSB, sigle anglais souvent utilisé en français) supprime une des bandes latérales de modulation, ou une partie de l'onde porteuse, ce qui a pour effet d'améliorer la qualité et l'efficacité de la transmission.

BASTINGAGE Voir: Pavois.

BLU Voir: Bande latérale unique.

BOSSOIR D'EMBARCATION Arc-boutant auquel est suspendue une embarcation de sauvetage, et au moyen duquel cette dernière est mise à l'eau ou hissée le long du bord.

BOUE DE FORAGE Fluide à base d'eau ou d'huile, introduit sous pression dans la colonne de forage. Son rôle est de lubrifier et de refroidir l'outil, et d'entrainer vers la surface les déblais de forage. La pression hydrostatique de la boue empêche les fluides de la formation de pénétrer dans le puits, et aide à prévenir l'affaissement du trou. La consistance et les propriétés chimiques de la boue peuvent être modifiées en fonction des conditions de forage.

BOURRELET DE DÉFENSE Raidisseur externe installé le long du bord d'un navire, au-dessus de la flottaison. Son rôle est de protéger la coque.

BRUINE GIVRANTE Dépôt de glace opaque dont la surface est inégale, par opposition à la pluie verglaçante dont la surface est généralement lisse, résultant de la précipitation qui gèle au contact de la surface du bâtiment.

BUFFALO Type d'aéronef utilisé en recherche et sauvetage pour le pistage et les communications sur les lieux d'un incident.

CÂBLE MÉTALLIQUE Cordage constitué de fils métalliques. La flexibilité du câble s'accroît avec le nombre de fils constituant chaque toron et le nombre de torons constituant le cordage.

CÂBLE SAMSON Cordage léger en chanvre de manille généralement composé de trois torons.

CCGS (Canadian Coast Guard Ship) Navire de la Garde côtière canadienne (NGCC).

CENTRE DE COORDINATION DES OPÉRATIONS DE SAUVETAGE (RCC) Unité qui coordonne les activités de recherche et de sauvetage dans un secteur géographique bien défini. Le champs Hibernia se trouve dans la région du centre de Halifax.

CERTIFICAT DE FRANC-BORD OU DE LIGNE DE CHARGE Certificat émis par l'état du pavillon d'un navire ou d'une unité de forage signifiant que la ligne de charge est conforme aux critères internationaux.

CGV Centre de gravité vertical. Par rapport à la quille, point par lequel passe constamment la resultante des forces dues à la pesanteur.

CHAMP HIBERNIA Partie des Grands bancs au sud-est de Terre-Neuve. Ses réserves de petrole connues sont l'objet d'explorations depuis 1966.

CHARGE EN PONTÉE Tout le matériel et la marchandise arrimés sur le pont supérieur d'une plate-forme de forage. Le poids et la disposition de cette charge influencent le tirant d'eau et l'inclinaison de l'unité.

CHAUMARD Pièce de guidage pour les amarres, dont toutes les parties présentent des arrondis pour éviter d'user ou de couper les cordages.

CHINOOK Type d'hélicoptère birotor utilisé dans les opérations SAR. Semblable au Labrador/Voyageur.

CISAILLER Couper la colonne de forage au moyen des mâchoires cisaillantes dans le bloc obturateur, dans le but de fermer complètement et rapidement le puits en cas de haute pression, ou pour faciliter la déconnexion rapide.

CLINOMÈTRE Indicateur mesurant l'inclinaison d'un bâtiment marin par rapport au plan horizontal.

CLOISON Séparation plane et verticale entre les compartiments d'un navire ou d'une unité mobile de forage.

CNR Conseil national de recherches (Canada).

COLLECTEUR Dispositif où se rassemblent plusieurs canalisations. Il peut être muni de soupapes et d'instruments permettant de mesurer et de contrôler le débit dans les canalisations. Un collecteur de duses est souvent installé sur le bloc d'obturation, avant l'achèvement d'un puits pour permettre le contrôle d'hydrocarbures qui pourraient s'échapper.

COLONNE DE FORAGE L'ensemble des tubages et de l'outil de forage suspendus à la tête d'injection dans la tour de forage, la rotation de la colonne étant assurée par la table de rotation. La colonne est allongée progressivement avec d'autres tubages au fur et à mesure que l'outil traverse les formations géologiques.

COMBINAISON DE SURVIE Voir Combinaison d'immersion.

COMBINAISON D'IMMERSION Vêtement isolant offrant une protection contre l'eau ou l'air froid. Trois types de combinaisons sont actuellement utilisés dans le domaine offshore: la combinaison portée par le personnel voyageant vers le site de forage par hélicoptère, la combinaison d'ouvrier portée par le personnel travaillant dans un environnement froid et n'offrant que très peu de protection contre l'eau, et finalement la combinaison de survie. Cette dernière est un vêtement d'une seule pièce, étanche à l'eau et au vent, et conçue pour protéger le porteur dans le cas d'abandon du bâtiment.

COMMANDANT SUR PLACE Personne responsable de la coordination locale des opérations et des unités de recherche et sauvetage. Un commandant sur place est normalement désigné pour des opérations de courte durée dans des cas où il pourrait y avoir des problèmes de communication et où il est essentiel de pouvoir obtenir des renseignements à partir du site d'une opération SAR.

COMMANDE AUTOMATIQUE DE VOL Système de navigation qui maintient automatiquement le cap, la vitesse et l'altitude d'un aéronef.

COMMANDE MANUELLE DE PRISE D'EAU DE MER Vanne papillon à commande manuelle située en amont de la prise d'eau télécommandée, utilisée lorsque cette dernière fonctionne mal. La fermeture de cette vanne empêche l'entrée d'eau de mer dans le système de ballasts.

COMPARTIMENT ÉTANCHE Compartiment fermé par des cloisons étanches à l'eau.

COMPENSATEUR DE MOUVEMENT Type d'amortisseur hydraulique ou pneumatique destiné à atténuer les effets du mouvement de la plate-forme sur les apparaux de forage.

CONDUIT DE CHAÎNES Conduit cylindrique reliant le puits aux chaînes et le pont du guindeau, dans lequel passe la chaîne d'ancre lors du mouillage ou du hissage de l'ancre.

CONSOLE DE CONTRÔLE DES BALLASTS Pupitre dans la salle de contrôle des ballasts où se trouvent les commandes des soupapes et les indicateurs permettant le contrôle des ballasts ainsi que le transfert de fluides dans les flotteurs d'une plate-forme semi-submersible.

CONTRE-HUBLOT Couvercle métallique que l'on rabat sur l'intérieur d'un hublot pour l'obturer.

CONTRÔLE D'UN PUITS Contrôle d'un puits afin de prévenir toute éruption de ce dernier occasionnée par la présence de gaz, de pétrole ou d'eau sous pression dans la roche perméable. Ce contrôle peut s'exercer par le maintien soit d'une pression constante dans le tubage, soit d'une pression de fond constante en réglant la pression du tubage.

COSSE Anneau métallique dont la surface extérieure est en forme de gorge et destiné à recevoir un cordage ou câble métallique, en vue de former un oeil protégé contre le cordage.

COUPLEUR DE VOL STATIONNAIRE Système qui, raccordé au système de commande de vol automatique, permet à un hélicoptère de se maintenir en vol stationnaire en utilisant son radar Doppler, sans intervention du pilote.

COUSSINET D'ANCRE Défense fixe montée en saillie sur les côtés des piles ou des pontons d'une unité semi-submersible et destinée à les protéger contre le frottement des ancres lors du relevage ou du mouillage.

DÉBALLASTER Vidanger les ballasts d'un bâtiment pour en modifier le tirant d'eau ou l'assiette.

DÉBRANCHEMENT Opération par laquelle la plate-forme et la colonne de forage sont découplées, et la colonne laissée en place, supportée par les mâchoires dans le bloc d'obturation.

DÉCONNEXION Le découplage de la colonne montante et du bloc-obturateur de sorte que l'installation est dégagée du fond de la mer.

DÉSACCOUPLER Voir déconnexion.

DISPOSITION D'AMARRAGE Système au moyen duquel une unité semi-submersible ou un navire de forage est amarré au fond de la mer, et plus précisément, la disposition particulière des ancres sur le fond.

DISTANCE MÉTACENTRIQUE Distance verticale entre le centre de gravité et le métacentre longitudinal ou transversal, normalement représentée par le sigle GM. Terme utilisé dans les calculs de stabilité. Un bâtiment est stable lorsque son centre de gravité est situé plus bas que le métacentre.

DnV Det norske Veritas (Norvège).

EAU DE FORAGE Le liquide utilisé dans la plupart des forages. Les installations offshore peuvent utiliser l'eau de mer, mais la plupart d'entre elles sont munies de réservoirs pouvant stocker l'eau de forage transportée par les bateaux de service.

ÉCHELLE DE TIRANTS D'EAU Graduations inscrites sur la coque d'un bâtiment qui permettent de mesurer l'enfoncement de la coque et donc le tirant d'eau.

EMR Énergie, mines et ressources.

ENTREPRENEUR DE FORAGE Société spécialisée dans les forages offshore, engagée par un exploitant pour exécuter le forage selon le programme. L'entrepreneur loue ou possède l'installation de forage et est payé par l'exploitant selon un contrat signé pour l'ensemble du programme. Par exemple, la société Mobil est l'exploitant qui engage comme entrepreneur la société ODECO.

ENVAHISSEMENT PAR LES HAUTS Envahissement par l'eau d'un compartiment étanche.

ÉRUPTION Échappement soudain, violent et incontrôlé de gaz ou de pétrole d'un puits, avec la boue, à haute pression. Une éruption se produit quand la pression de la formation est plus forte que la pression hydrostatique du fluide de forage. L'éruption met en danger matériels et personnes, et peut occasionner de coûteux retards dans le programme de forage.

ESPACE D'AIR Distance verticale entre le niveau moyen de la mer et le dessous du pont inférieur d'une unité semi-submersible.

ESSAI DE RÉINCLINAISON Nouvel essai d'inclinaison effectué lorsque l'on soupçonne que le poids du navire a augmenté depuis sa construction.

ÉTAT D'ALERTE Condition de l'organisation SAR suite à la réception d'un message de détresse. Le Centre de coordination des opérations de sauvetage (RCC) informe la salle des opérations de l'escadron en donnant l'ordre de décoller ou d'attendre d'autres instructions.

ÉTAT DU PAVILLON L'état dans lequel un navire est immatriculé.

ÉTAT RIVERAIN Le gouvernement de l'état riverain exerçant le contrôle administratif des opérations de forage à l'intérieur des limites de son territoire maritime.

ÉTRAVE Pièce saillante qui forme la proue d'un navire.

EXPLOITANT Compagnie pétrolière qui fait de l'exploration ou qui est responsable de l'exploitation des découvertes de pétrole ou de gaz. L'exploitant emploie normalement un entrepreneur pour effectuer le forage, mais conserve la responsabilité relative aux fournitures de tuyaux, de tubages, des apparaux de puits, de produits chimiques, de ciment et des services de diagraphie.

EXPLORATION SONAR Sondage du milieu sous-marin effectué au moyen d'un sonar, appareil qui utilise des ondes sonores pour détecter des objets dans l'eau ou sur le fond. Les sonar classiques (à projection vers l'avant) et les sonar à balayage latéral sont utilisés pour les sondages hydrographiques, et les sonar de rentrée pour la rentrée de la colonne de forage dans le puits.

FILET D'ESCALADE Filet suspendu sur les flancs d'un navire ou d'une structure marine et permettant à l'équipage d'abandonner le bâtiment en descendant au moyen du filet, ce dernier servant d'échelle.

FOND DE CALE L'espace constituant le fond d'une carène où s'accumule l'eau de cale.

FORMATION EN URGENCE MARITIME Certificat émis par le ministère des transports canadien, attestant que le détenteur a atteint le niveau minimal de connaissances en techniques de survie maritime. Le cours de fonctions d'urgence en mer comprend l'instruction sur les équipements de sauvetage, la lutte contre l'incendie et les techniques de sauvetage et de survie. Ce cours est obligatoire pour la plupart des grades de matelots et d'officiers, et il est recommandé pour les ouvriers travaillant à bord d'installations offshore.

FRANC-BORD Distance entre le niveau de l'eau à l'extérieur du navire et la partie supérieure du pont complet la plus élevée.

FRÉQUENCE INTERNATIONALE DE DÉTRESSE (2182 KHz) La fréquence radio internationale pour les messages de détresse.

GAFFE Perche munie d'un croc et d'une pointe, servant à manœuvrer une embarcation à proximité d'un quai ou d'une autre embarcation.

GARNITURE DE FORAGE Tube d'acier sans soudure qui, lorsque joint à d'autres tubes identiques, constitue avec le trépan la colonne de forage.

GCC Garde côtière canadienne.

GILET DE TRAVAIL Vêtement de sauvetage moins encombrant que la brassière de sauvetage et porté par ceux qui travaillent dans des endroits où il y a risque de tomber à la mer.

GÎTE (donner de la gîte) Inclinaison d'une installation sur un bord, soit sous l'influence du vent ou de la houle, soit par suite d'un chargement inégal.

GM distance métacentrique.

GRAPPIN Genre de gros crochet formé d'une verge terminée par quatre pattes courbées. Il sert d'ancre d'embarcation et d'outil pour récupérer des objects tombés dans l'eau.

GRC Gendarmerie royale du Canada.

GUINDEAU Treuil servant à virer les chaines d'ancre d'un navire ou d'une plate-forme semi-submersible.

HÉLISURFACE Pont spécial aménagé pour l'appontage d'un hélicoptère.

HF Haute fréquence.

HNT Heure normale de Terre-Neuve. Fuseau horaire dont l'heure est 3.5 heures plus tôt que l'heure de Greenwich.

HUBLOT Fenêtre généralement de forme circulaire, faite de verre épais inséré dans une monture en métal. Il sert à éclairer les emménagements d'un navire ou d'une structure offshore. Le hublot peut être fixe ou peut s'ouvrir pour aérer le compartiment.

HYPOTHERMIE Abaissement de la température du corps au-dessous de la normale, par suite d'exposition au froid. L'exposition au froid dans des conditions sévères telles que dans l'eau glacée peut entrainer la mort après quelques minutes seulement.

INCLINAISON L'inclinaison d'un bâtiment sur bâbord ou sur tribord sous l'effet du vent, de la houle, ou de la disposition de la charge en pontée.

INDICATEUR DE NIVEAU Voir jauge King.

INTERVALLE DE VARIATION DU VENT Intervalle de difference entre la vitesse du vent soutenu et la vitesse supérieure du vent en rafales.

JAUGE KING Marque de commerce. Manomètre vertical à mercure utilisé pour sonder les ballasts.

JOINT COULISSANT Joint qui se trouve au sommet de la colonne montante, là où elle pénètre dans la plate-forme. Il permet à la plate-forme de monter ou de descendre sous l'effet de la houle sans endommager la colonne montante, et aussi de découpler cette dernière lorsque ce mouvement excède certaines limites.

KIPS Abréviation de *kilopounds*, unité de mesure des tensions d'ancre. Un KIP est égal à 1 000 livres.

LIGNE DE CHARGE Ligne au-delà de laquelle un navire ne doit pas être chargé conformément aux règlements de franc-bord.

LTSA Laboratoire des techniques de sécurité aérienne. Unité appartenant au Bureau de la sécurité aérienne, de Transports Canada.

MANUEL D'EXPLOITATION Manuel contenant les informations nécessaire relatives a l'exploitation et aux opérations de la plate-forme en toutes conditions.

MARCOM Commandement maritime, des Forces armées canadiennes.

MARISAT Système de communications par satellite utilisé par les navires et les installations offshore. Il emploie des satellites géostationnaires au-dessus des océans Atlantique, Pacifique et Indien, trois stations terrestres côtières, et du matériel à bord des navires. Fonctionnant dans la bande de fréquences supérieure, il permet la liaison en phonie, en telex, en facsimilé, et peut également être raccordé à des réseaux de liaison de données ainsi qu'aux réseaux téléphoniques. Un enregistrement est fait automatiquement de l'heure de tout appel utilisant le système MARISAT.

MAYDAY Mot adopté comme signal de détresse international en radiotéléphonie. Le mot vient de l'expression française: «m'aider».

MDN Ministère de la Défense nationale.

MÉCANISME DE COMMANDE DE SOUPAPE Piston pneumatique ou hydraulique qui actionne une soupape.

MED Marine Emergency Duties (Voir Formation en urgence maritime).

MICRO-CONTACT Petit interrupteur protégé, habituellement de type unipolaire, unidirectionnel avec contacts «normalement ouvert» et «normalement fermé» communs. Utilisé surtout dans des applications industrielles où le cycle de fonctionnement se répète souvent, tel que les interrupteurs de fin de course dans diverses machines.

MILLE MARIN L'unité de mesure de distance utilisée en navigation maritime. Un mille marin (ou mille nautique) correspond à 6 000 pieds.

MODE INDUSTRIEL Une installation semi-submersible est en mode industriel lorsque les ballasts sont réglés pour les opérations efficaces de forage.

MODU Voir unité mobile de forage offshore.

MOMENT D'INCLINAISON Force externe nécessaire pour incliner un navire à partir de la position verticale.

MOUFLE MOBILE Partie mobile des appareaux de levage utilisés pour monter et descendre la colonne de forage.

NAVIGABILITÉ État d'un navire qui peut prendre la mer en sécurité. Selon la loi des États-Unis, un navire est réputé être en état de navigabilité s'il est raisonnablement adéquat pour le service dans lequel il est engagé.

NGCC Voir CCGS.

NHL Laboratoire d'hydrodynamique norvégien. (Norwegian Hydrodynamic Laboratories).

NORDCO Newfoundland Oceans Research and Development Corporation.

OBTURATEUR ANTI-ÉRUPTION Équipement de sécurité installé sur la tête de puits. Il permet de contrôler l'écoulement du puits et d'empêcher une pression excessive du sondage de causer des dégâts à la formation, ou de mettre en danger personnel et équipement en atteignant le sommet du trou.

ODECO Ocean Drilling & Exploration Company.

OMI Organisation maritime internationale.

OPÉRATEUR DE CONTRÔLE DES BALLASTS À bord d'une plate-forme semi-submersible, membre d'équipage chargé de la veille dans la salle de contrôle des ballasts. À partir de la console des ballasts, l'opérateur assure le fonctionnement du système et la stabilité de l'installation dans toutes les conditions d'exploitation.

ORDRE DE MISSION L'engagement d'une unité SAR dans une mission de sauvetage par un centre de coordination des opérations de recherche et sauvetage.

PANNEAU SCHÉMATIQUE Tableau de la console de contrôle des ballasts affichant une représentation graphique des flotteurs et des circuits de ballasts d'une unité semi-submersible, et sur lequel sont montés les interrupteurs commandant les pompes de ballast et d'eau de forage ainsi que les soupapes télécommandées.

PAVOIS Partie du bordage de côté d'un navire, située au-dessus du pont supérieur. Protège le pont contre la mer et en même temps empêche hommes et objets de tomber à la mer.

PILONNEMENT Mouvement vertical d'une structure flottante dû à la levée de la mer. Les unités mobiles de forage sont équipées d'un ensemble qui compense le mouvement de la plate-forme par rapport à la colonne de forage qui ne peut bouger librement, étant reliée au fond de la mer. Dans des conditions de pilonnement dépassant certaines limites, il est nécessaire d'arrêter les opérations de forage pour éviter d'endommager le matériel.

PLANCHER DE FORAGE La surface de travail à bord de la plate-forme, où sont effectuées les opérations de forage.

PLAN D'URGENCE Plan détaillé soumis par une société de forage à l'Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada, dans lequel elle élabore les procédures qu'elle entend suivre dans diverses situations d'urgence telles que l'approche d'orages ou de glaces, la perte du contrôle d'un puits, ou des blessures à des membres de l'équipage.

PLAT-BORD Ceinture plus ou moins plate, à la partie supérieure du bordé de côté et entourant le pont d'un navire ou d'une embarcation.

PLATE-FORME OFFSHORE Plate-forme fixe ou mobile équipée d'une tour, de treuils, et de tout autre matériel nécessaire pour l'exploitation de forage en mer.

POMME DE TOULINE Genre de nœud pratiqué au bout d'une touline dans le but d'en faire un cordage lance-amarre. Le nœud a une forme sphérique et est normalement lesté au moyen d'un poids métallique inséré à l'intérieur du nœud.

PONT EXPOSÉ Le pont principal exposé aux intempéries.

POSTES D'ABANDON Postes d'embarquement pour les embarcations de sauvetage. Le rôle d'appel prévoit le poste et la fonction de chaque personne à bord en cas d'urgence.

PRÊT À INTERVENIR Voir Veille rapprochée.

PRISE D'EAU DE MER Caisson communiquant directement avec la mer et constituant l'entrée d'eau de mer pour une vanne de prise d'eau.

PROGRAMME DE FORAGE Programme qu'un exploitant soumet pour approbation à une authorité compétente, dans lequel il donne tous les détails relatifs à l'opération de forage qu'il propose d'entreprendre tels que les données relatives à la géologie et à l'environnement du ou des sites de forage, les informations relatives à l'équipement et aux méthodes utilisés, ainsi qu'un plan détaillé des consignes à suivre en cas d'urgence.

PUITS AUX CHAÎNES Compartiment dans lequel sont logées les chaînes d'ancres.

PUITS CENTRAL (OU PUITS DE FORAGE) Trou à travers duquel on descend dans la mer le tube conducteur et tout l'équipement immergé d'une colonne de forage. Le puits est normalement situé près du centre de gravité d'une installation mobile de forage, dans le but d'atténuer autant que possible les effets du mouvement de la plate-forme.

RACCORDEMENT TÉLÉPHONIQUE Raccordement électronique d'une transmission radio au réseau téléphonique sur terre.

RADIODIFFUSION À TOUS LES NAVIRES Voir Appel à tous les navires.

RADIO HF Un système radio utilisant la bande haute fréquence située entre 3 et 30 mégahertz.

RADIO VHF Système de radiotransmission utilisant les très hautes fréquences (de 30 à 300 mégahertz).

RAPPORT DE STABILITÉ Rapport complété tous les matins par l'opérateur de contrôle des ballasts, dans lequel sont notés les niveaux des fluides, la condition des ballasts, la tension des apparaux de mouillage, les charges en pontée, les conditions météo, et la lecture des jauges King. Des exemplaires des rapports sont envoyés hebdomadairement à la base à terre.

RAVITAILLEMENT «À CHAUD» Le ravitaillement en carburant d'un hélicoptère dont les moteurs sont en marche. Cette opération est parfois nécessaire à cause d'une situation d'urgence ou de conditions d'exploitation sévères.

RCC Rescue Co-ordination Centre. (Voir Centre de coordination des opérations de sauvetage).

R et S Recherche et sauvetage.

RÔLE D'APPEL Liste sur laquelle sont inscrits les noms de tout le personnel à bord, avec toutes les données concernant le poste et le rôle de chaque personne pendant les exercices d'incendie et de sauvetage, ainsi que l'embarcation de sauvetage prévue pour chacun.

ROULIS Balancement que prend le navire dans le sens transversal sous l'effet de la houle.

SALLE DE CONTRÔLE DES BALLASTS Dans une unité semi-submersible, compartiment dans lequel se trouvent les commandes et les dispositifs de contrôle du système de ballast.

SAR Search and Rescue (Voir R et S).

SARCUP (Search and Rescue Capability Update Program). Programme du gouverne-

ment canadien visant la modernisation et l'amélioration de l'équipement de sauvetage à bord de ses hélicoptères SAR.

SAREC (Search and Rescue Emergency Centre). Centre d'urgence SAR. Un sous-centre a l'intérieur d'une region de recherche et sauvetage. Ses ressources sont coordonnées par un Centre de coordination des opérations de recherche et sauvetage (RCC). En 1983, le nom a été changé à Marine Rescue Sub-centre, en anglais, et Centre secondaire de sauvetage maritime (CSSM) en français. Le Centre d'ugence SAR de St. John's est un sous-centre du RCC Halifax.

SEA Service de l'environnement atmosphérique.

SEMI-SUBMERSIBLE Plate-forme de forage offshore autonome, dont la flottabilité est assurée par une substructure flottante immergée, et solidaire de la plate-forme. Pendant les opérations de forage, l'unité semi-submersible est ancrée au fond de la mer au moyen d'un système d'ancrage funiculaire. Elle peut exploiter dans des profondeurs atteignant des centaines de pieds et à plusieurs milles de la côte.

SOCIÉTÉ DE CLASSIFICATION Société d'expertise qui apprécie l'état d'un navire soumis à sa surveillance pendant la construction et qui attribue une «classe» au navire selon ses règlements régissant la construction de divers types de bâtiments. La soumission d'un navire en construction à une des sociétés de classification n'est pas obligatoire, mais elle facilite l'obtention par la suite d'assurance à des primes favorables.

SOLÉNOÏDE Fil métallique enroulé sur un cylindre mobile, et qui, parcouru par un courant électrique, crée un champ magnétique qui agit sur le cylindre mobile. Les solénoïdes sont utilisés pour actionner les soupapes du type à poussoir.

SOUPAPE (OU VANNE) Dispositif automatique ou manuel qui permet de contrôler le débit d'un liquide ou d'un gaz dans une canalisation, assurant généralement l'écoulement dans une seule direction.

SOUPAPE À COMMANDE PAR SOLÉNOÏDES Vanne commandée par un courant électrique qui agit sur un solénoïde.

SOUS LE VENT Se trouver dans la direction où souffle le vent, par rapport à la côte, un balise, un autre navire, or tout objet recevant le vent le premier.

STABILITÉ APRÈS AVARIE Réserve de stabilité d'un bâtiment avarié, critère utilisé dans l'attribution d'une classification.

SURETÉ INTÉGRÉE (sécurité automatique) Se dit d'un mécanisme ou d'un système qui adopte automatiquement une condition ou une position ne présentant aucun danger, dans le cas d'une défaillance ou d'un accident.

SURPIC Acronyme anglais désignant une représentation graphique de tous les navires se trouvant a l'intérieur d'une distance donnée entourant un point particulier. Le système est basé sur l'indication volontaire de la position des navires à une unité de la U.S. Coast Guard, à Governor's Island, New York.

SYSTÈME D'AMARRAGE Système au moyen duquel une installation de forage est amarrée au fond marin. Il emploi normalement des chaines, des cordages ou des câbles reliés à des ancres posées sur le fond et à des treuils sur la plate-forme. Dans le cas d'une unité semi-submersible, la mise en position des ancres se fait avec l'assistance de remorqueurs.

SYSTÈME DE BALLASTS Système constitué de réservoirs et de pompes communicant au moyen de tuyautages et de vannes. Il permet de contrôler le niveau d'eau de ballast dans les pontons d'une unité semi-submersible, et ainsi de régler le tirant d'eau, l'inclinaison et la stabilité de la plate-forme.

SYSTÈME DE DÉTECTION DE GAZ Dispositif qui détecte la présence de gaz nocifs ou combustibles. Des détecteurs de gaz sont installés sur le plancher de forage, dans les compartiments à boue, et dans les espaces vides; les admissions et sorties d'air, ainsi que dans les ouvertures d'admission d'air de tout espace pressurisé.

TABLE DE ROTATION Mécanisme lourd installé sous la tour de forage et qui assure la rotation de la colonne de forage, tout en permettant d'ajouter ou d'enlever des pièces de tubage.

TANGAGE Balancement que prend le navire dans le sens de la longueur, lorsqu'il traverse perpendiculairement des lames.

TENSION D'ANCRE Effort de traction exerce par une plate-forme flottante sur ses apparaux de mouillage.

TÊTE DE PUITS Équipement installé au sommet d'un puits, et qui en assure le contrôle tout en permettant l'accès au trou de forage.

TIGE DE COMMANDE MANUELLE Petit outil formé d'une tige et d'un manchon filetés en laiton, que l'on insère dans une soupape à commande par solénoïdes pour l'ouvrir ou la fermer manuellement, permettant ainsi de commander la soupape en l'absence de courant électrique.

TIGE DE FORAGE Voir Colonne de forage.

TIGE EN LAITON Voir Tige de commande manuelle.

TIMONERIE Structure établie sur le pont principal et abritant la barre et les instruments de navigation.

TIRANT D'EAU Distance verticale entre la flottaison et la quille. Le tirant d'eau d'un bâtiment semi-submersible peut être réglé en modifiant le niveau d'eau dans les réservoirs de ballast.

TOUR DE FORAGE Tour en acier s'élevant au-dessus de l'espace de forage sur le pont d'une installation offshore. La tour de forage sert à l'exécution des manœuvres de levage et de descente des outils.

TRACÉ DE DÉRIVE Pointage tracé de la vitesse et de la direction de dérive des débris flottants résultant d'un sinistre maritime. Utilisé par les services SAR pour planifier la méthode de recherche.

TRÉPAN OU OUTIL DE FORAGE Outil fixé au bout de la tige de forage. Il est constitué d'un «pied» lourd en acier sur lequel sont montés différents types de dents ou de roues dentées pour découper la roche. Il est généralement nettoyé et refroidi au moyen d'une ouverture qui laisse passer la boue de forage acheminée sous pression à travers la tige de forage.

TUBAGE Tube d'acier résistant à parois épaisses, placé à l'intérieur d'un sondage. Constitue le revêtement qui protège le trou et empêche les parois de s'effondrer.

TUBE CONDUCTEUR MARIN Tube de fort diamètre reliant le joint coulissant et le bloc anti-éruption. Il permet l'accès au puits et la circulation de la boue.

TUYAUX DE COMPENSATION Ensemble de tuyaux flexibles hydrauliques ou pneumatiques reliant la tour de forage et le compensateur de pilonnement, et permettant le libre mouvement du compensateur et du moufle mobile.

103e UNITÉ DE SAUVETAGE (GANDER) Unité des Forces canadiennes spécialisée dans la recherche et le sauvetage, basée à Gander, Terre-Neuve. Elle est équipée de trois hélicoptères du type Labrador.

UNITÉ MOBILE DE FORAGE OFFSHORE Bâtiment capable d'effectuer des opérations de forage ayant pour but d'explorer ou d'exploiter les ressources du sous-sol marin. Dans le cadre des forages offshore, navire ou plate-forme autonome et mobile, incluant

plates-formes auto-élévatrices, navires de forage, barges et semi-submersibles. Le sigle anglais MODU est utilisé en français.

VEILLE RAPPROCHÉE Condition du bateau de soutien lorsqu'il se tient en proximité d'une plate-forme de forage en cas d'urgence.

VÉRIN À VIS Tige filetée fixée sur le dispositif de commande d'une soupape télécommandée, offrant la possibilité d'ouvrir ou de fermer la soupape manuellement.

VERRE TREMPÉ Verre dont la dureté et l'élasticité ont été obtenues en le chauffant après le refroidissement à la trempe. Ce type de verre est souvent utilisé dans les hublots.

VON Indicatif d'appel de la station radio de la Garde côtière canadienne, à St. John's.

Z (Zulu). Désigne le temps moyen de Greenwich.

INDEX

INDEX

Cet index ne renvoie pas aux Appendices. Les renvois en caractères gras se rapportent au Chapitre 10, qui contient les recommandations de la Commission.

abandon de l'*Ocean Ranger* 71, 106, 113, 115, 131, **152, 161**
accrocheur
  fonctions et responsabilités 32
Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada (APGTC)
  Autorisation de forage **156**
  Directives et procédures (1984) **156,158,162, 170**.
  formation de l'équipage 37, 39, 40, **161, 162, 164, 170, 171.**
  inspections 9 à 10.
  modifications des règlements depuis perte de l'*Ocean Ranger* **156, 161 à 162, 170**
  Règlement concernant le forage (1980) 9 à 10
  sur l'emploi de main-d'œuvre locale 37 à 39, **165, 166.**
  sur les mesures d'urgence 52, 53, **160, 161, 166.**
  sur les navires de soutien 47 à 48, 134, **166, 167.**
  sur les rapports **172.**
  sur les services de santé à bord d'unités MODU 49.
aéronefs. Voir: Aurora,, Buffalo, hélicoptères, Labrador/Voyageur, Sikorsky S-61
agent des communications d'urgence (Mobil) 133, **166**
alarmes
  entretien 34
  envahissement Voir: puits aux chaînes
  insuffisances 16, 108, **172**
  signalisation 25, 53, **172**
alourdissement d'une unité semi-submersible 84, **153**
amarres **159**
  largage rapide **162**
  telles que retrouvées sur le fond après le chavirement 79
American Bureau of Shipping
  règlements vii, 3 à 6, 82
  visites d'inspection 6.
ancres
  coussinets 5
    avaries 77, 79
  dérapage de l'ancre 79
  guindeaux 16, 79
  tensions 16, 34, 52, 100, 101, **155**
appels 62 à 71, 143 à 147
appel à tous les navires 115, 124, 139, 140, **168**
Arctic Explorer 27
Aurora (avion) 121, 123, 139, 140, **168**
Autorisation de forage Voir: APGTC
Balder Baffin 78
Bartlett (navire de la Garde côtière canadienne) 123 à 125.
Boltentor
  appels entendus 66 à 67.
  fonctions de soutien 137.
  ordre de porter secours à l'*Ocean Ranger* 71, 113, 114, **166.**
  position 64, 65, 68, 71, 114, 120.
  repérage visuel de l'*Ocean Ranger* 105, 119, 132, 134.
bossoirs. Voir: embarcations de sauvetage
brassières de sauvetage 27, 116, **159, 161.**
Buffalo (avion) 124, 130, 140, 142.
capitaine
  à titre de personne exerçant le commandement 39 à 41, **164, 165**
  fonctions et responsabilités 32, 39 à 41, 53, **167.**
  compétences et formation 32, 41 à 42
certificats
  canotiers 41, **161, 162.**
  certificat de conformité **157.**
  certificat de sécurité de construction pour navires de charge 8, 9, **155.**
  Convention sur les lignes de charge 8.
  formation d'emploi **162.**
  Inspection de la Garde côtière des États-Unis (U.S. Coast Guard) 9, 25, **155.**
chambre des pompes
  emplacement 15 ,16, 18, 88
champs Hibernia vii, 3, 9, 31, 48, 62, 93, 134. Voir aussi: SAREC
chaumards 10, 15, **159.**
chef de chantier
  à titre de personne exerçant le commandement 31, 39 à 40, **164**
  rôle dans les mesures d'urgence 53 à 55
  formation 31, 39 à 40, **164 à 165.**
chef sondeur
  fonctions et responsabilités 32.
code MODU (OMI) 8, **156**
combinaisons de survie. Voir combinaisons d'immersion
combinaisons d'immersion
  combinaisons de survie 27, **152, 161, 167, 171**
  combinaisons isolantes d'ouvriers 27
  combinaisons pour équipages d'hélicoptères 27
commandant sur place (SAR) 121, 122, 139 à 140, **168**
compensateur de mouvements 65, 69, 93
conception de l'*Ocean Ranger*,
  insuffisances. Voir: *Ocean Ranger*
conditions de l'environnement
  effet sur l'opération des hélicoptères 115, 121 à 123, 140 à 142
  effet sur l'opération de l'*Ocean Ranger* 48, 62, 94, 100
  effet sur les tentatives de sauvetage 116 à 120, 137
  tempête des 14 et 15 février, 1982. 61, 62
Conseil national de recherches du Canada (CNR) 82
console de contrôle des ballasts
  admission d'air 19 à 24, 37, 81, 99, 107, **152**
  alimentation électrique 22, 80, 81, 99 à 104, 108, **152**
  défaillance occasionnée par l'entrée d'eau 66 à 68, 70, 94 à 101, **152**
  entretien 32
  étanchéité à l'eau 20, 106 à 108, **151, 152**
  évaluation des avaries par l'équipage 95 à 97, 99
  fonctionnement 20 à 22, 36 à 37, **173**
  fonctionnement manuel utilisant tiges de commande manuelle 23, 24, 36, 108
  fonctionnement suite à la défaillance 101 à 106
  inspection et essais des soupapes à solénoïdes 80 à 86, 96 à 98
  inspection et essais du panneau schématique par le LTSA Voir: Laboratoire de techniques de sécurité aérienne
  lampes témoins du panneau schématique 20 à 24, 84 à 89
  panneau schématique 19 à 25, 87
  panneau schématique tel que récupéré 80 à 82, 84, 87, 100
  réparation suite à la défaillance 96 à 97, 99 à 100, 102, 105 à 106
  soupapes à solénoïdes que récupérées 23, 80, à 82, 103
  veille de la condition de ballast 19, 22 à 24, **151**
contre-hublots voir: salle de contrôle des ballasts
contremaître
  fonctions et responsabilités 32
  formation 32
  rôle dans la structure de commandement 40
Conventions internationales sur la sauvegarde de la vie humaine en mer 4, 8.
soupapes à solénoïdes 21, 23
  Voir aussi: LTSA, et Console de contrôle des ballasts.
Convention sur les lignes de charge 4, 8.
coordonnateur sur place (Mobil) 113
Crosbie Offshore Services 34, 47 à 48, **171.**
David W. Taylor Naval Research and Development Center 84.
déballastage 48, 93, 101 à 104, **171.**
Direction générale du pétrole de Terre-Neuve, Voir aussi: règlements
  embauchage. Voir: politiques d'embauche
  inspections 9 à 10
données relatives à l'accident
  collecte et analyse **159**
  statistiques sur l'*Ocean Ranger* 49, **161.**
électricien
  fonctions et responsabilités 33.
embarcations de sauvetage, voir: radeaux de sauvetage
  approbation par la Garde côtière des États-Unis 25, 27.
  armement des embarcations 41, 42, 53 à 54, **155 à 156, 161 à 162.**
  canotiers (brevetés) 41 à 42, **161, 162.**
  commandement 53 à 54
  emplacement 26, 132 à 133, **159.**
  entraînement de l'équipage 27, **162 à 163.**
  Harding 26, 27, 133, **159.**
  méthodes de mise à l'eau 26 à 27, 132
  rôle d'appel 54.
  Watercraft 26, 27, 132, **159.**
embarcation de sauvetage mise à l'eau par l'*Ocean Ranger*
  chavirement 118 à 119, 142
  état 117 à 118, **152, 159 à 160.**
  récupération 120, 123.
  survivants 117.
  tentative de sauvetage par le *Seaforth Highlander*, Voir: *Seaforth Highlander*
embauchage, Voir: politiques d'embauchage.
Enquêtes sur les accidents maritimes, *Loi sur la marine marchande du Canada* iii, **158.**
équipement de sauvetage **167**
  description 25 à 27

hélicoptères 121, 137 à 138, 140 à 142.
navires de soutien 118 à 120, 134, **167**, **169**.
entretien des systèmes et de l'équipement 32 à 34, 53, **153**.
envahissement par les hauts
inclinaisons ou point initial d'envahissement 6, 16, 82, **153**, **154**.
environnement (réception de données) 20, 48.
étanchéité (des locaux) 17, 20, 107-108, **154**
État du pavillon 3, 8 à 9, **155**, **156**.
État riverain 9 à 10.
exercices d'abandon. Voir: mesures d'urgence
exercices d'incendie. Voir: mesures d'urgence
formation
de l'équipage en sécurité maritime 27, 41 à 42, **163**, **171**.
de l'opérateur des ballasts 34 à 37, **163**
des équipages d'embarcations de sauvetage **161** à **162**
des équipages des navires de soutien
des manœuvres sans spécialité 34 à 36
du capitaine 39 à 41
du chef de chantier 31, 39 à 40
du contremaître 31 à 32
du personnel SAR **169** à **170**
École de stabilité d'ODECO 37
exercices 53 à 55, **161** à **164**.
formation en cours d'emploi 34 à 36, **163**
insuffisances 107, 108.
mesures d'urgence 54, 55, **166**.
normes **163**.
programme et politique d'ODECO 34 à 37
Formation en urgence maritime (MED) 32, 41, **162**
Gadus Atlantica 124
Gander, 103e Unité de sauvetage
décision d'attendre 115, 142.
hélicoptères 140 à 142, **168**, **169**.
première connaissance de la situation de l'*Ocean Ranger* 115, **168**.
rôle dans les tentatives de sauvetage 121 à 123, **168**.
Garde côtière canadienne
Normes provisoires concernant les unités mobiles de forage en mer **156** à **159**.
Garde côtière des États-Unis
besoin d'un capitaine 40, 41
besoin d'un équipage marin 41 à 42
commandement d'unités MODU 40
inspections 7, 8, 25 à 27
mesures d'urgence 55
Gendarmerie royale du Canada (GRC) 115
responsable de la sécurité, Voir: représentant des relations industrielles
génératrices Voir: *Ocean Ranger*
Gilbert (navire de la Garde côtière canadienne) 123, 124.
gîte, incident du 6 février, 1982. 47, 55 à 56, 104
Grenfell (navire de la Garde côtière canadienne) 143.
haut-parleurs 20, 22, 25, 99, 100, 108, **172**.
défaillance 67, 99, 100.
hélicoptères Voir aussi: Gander, 103e Unité de sauvetage
industrie, spécialisée en recherche et sauvetage **169** à **170**.
limites
équipement 121, 140 à 141, **169**.
environnement 115, 140 à 141
opérations courantes 47 à 48
SAR (recherche et sauvetage) Voir: Labrador/Voyageur
Universal, Voir: hélicoptères Sikorsky S-61
hélisurface 5, 16 à 17, 49, 66, 119 à 120.
Hibernia J-34. 61.
condition de la tête de puits telle que retrouvée 94, **170**.
histoire
des forages offshore viii
des opérations de l'*Ocean Ranger* vii, 93
hublots. Voir aussi: Verres de hublots
description 19
emplacement 19, 94, 107
examen par le LTSA, Voir: Laboratoire des techniques de sécurité
hypothermie 27, 123, 125, 134, **167**
immatriculation. Voir: *Ocean Ranger*, *SEDCO 706*, *Zapata Ugland*
IMP Group Limited 27
infirmier 49
inspections
par l'American Bureau of Shipping Voir: American Bureau of Shipping
par l'APGTC, Voir: Administration du pétrole et du gaz des terres du Canada
par la Direction générale du pétrole, Voir: Direction générale du pétrole
par la Garde côtière des États-Unis, Voir: Garde côtière des États-Unis
des radeaux de sauvetage 27
Normes provisoires concernant le forage. Voir: Garde côtière canadienne
inspection en plongée par la compagnie Mobil 77 à 80
interrupteurs, Voir aussi: LTSA
défaillance 84 à 89, 97 à 101
micro-contacts 88, 98, 99, 100
interventions de recherche et sauvetage 138 à 141
Jackman (Navire de la Garde côtière canadienne) 143
jauges King (indicateurs de niveau) 20, 103, **154**
tables de conversion 20, **154**
Java Seal 124
Laboratoire de techniques de sécurité aérienne
inspection des hublots 79, 80 à 82
inspection et essais des soupapes à solénoïdes 80 à 82, 84 à 87, 95, 97 à 101
inspection et essais des verres de hublots 80, 94 à 97
panneau schématique, inspection et essais 84 à 87, 97 à 101
son rôle concernant les témoignages et preuves techniques 77, 79
système de ballastage, ensembles électriques et mécaniques, inspection, et essais 84 à 87
Labrador/Voyageur (hélicoptères)
description d'équipement 140 à 141, **169**.
programme SARCUP (Programme d'amélioration des appareils SAR) **169**.
réparation et maintenance 140.
Lloyd's Register of Shipping 3.
local radio 17, Voir aussi: système de communications
emplacement 24
équipement 24 à 25
personnel de veille 24 à 25, 47
Loi sur la marine marchande du Canada 8, **156** à **158**, **162**.
enquêtes sur les accidents maritimes iii, **158**
maître-sondeur. Voir: contremaître
manches à air 106, 108, **152**.
manœuvres sans spécialité
fonctions 31.
formation 34 à 36.
Manuel des mesures d'urgence tel qu'exigé par les règlements **158**.
Manuel d'exploitation **165**, **172**.
approbation 4, 8, **155**.
insuffisances 6, 36, **172**.
renseignements sur l'individu exerçant le commandement 40, **165**.
renseignements sur l'opération 20, 51, 84, **173**.
MARISAT 24, 47
Mayday 70, 71, 102, 131, 139.
relais 113 à 115.
MDN Voir: Ministère de la défence nationale
mécanicien
fonctions et responsabilités 32.
Mekhanik Tarasov 123.
mesures d'urgence
évacuation de la plate-forme 53 à 55, **161**.
exercices 53 à 55, 134, **166**, **168**, **169**.
formation 53 à 55, 134
incendie 53 à 55
météorologues 48, 131.
Ministère de la défense nationale (MDN) 141, **170**.
Misubishi Heavy Industries 4 à 5, 22 à 24.
Mobil Oil of Canada
contrat avec l'*Ocean Ranger* vii, 31.
inspecton en plongée après l'accident 77.
personnel 31, 72 à 73, 126 à 127.
Plan d'urgence 52, 134.
transmission d'informations pertinentes aux opérations de l'*Ocean Ranger* 69 à 71, 133 à 136, **166**, **168**.
modèles; programme d'essais 72, 82 à 84.
chavirement du modèle 83.
installations et données utilisées 82.
résultats des essais 82 à 83.
MODU (unité mobile de forage en mer)
normes gouvernatrices 4, 8, 40, **155** à **159**.
Navires de la Garde côtière canadienne (NGCC) 123 à 124, 143
navires de soutien
formation des équipages en mesures d'urgence **167**.
aptitude à assurer le rôle de sauvetage 135 à 136, **166** à **168**.
description 135, **166** à **168**
fonctions et responsabilités 47 à 48, **167**.
rôle dans les efforts de sauvetage 114 à 120, **166** à **168**.
NORDCO Limited 48, 61 à 62, **171**.
Nordertor
contact radar avec l'*Ocean Ranger* 71, 115, 120.
fonctions de soutien 137
ordre de prêter assistance à l'*Ocean Ranger* 71, 113 à 115, 116.
position 62 à 65, 68, 71, 114 à 115, 136.
récupération de l'embarcation de sauvetage de l'*Ocean Ranger* 124 à 125.
récupération des victimes 124
Norwegian Hydrodynamic Laboratoires (NHL) 82 à 84
Obturateur anti-éruption 33, 78, 93, **171**.
Ocean Bounty 32

Ocean Victory 32
Ocean Ranger
abandon 70 à 71, 113, 115, 131, 133
articles retrouvés pendant la plongée 77 à 79, 94, 100, 106, **153**
certificats 8 à 9, 25, 40 à 41, **155** à **156**, **161**, **171**.
chavirement 106, 122, **152**, **153**, **166**
classification vii, 3 à 8, **155** à **156**.
construction vii, 4 à 5.
déballastage 48, 101.
découplage du 14 février, 1982. 64, 65, 69, 93.
défauts de la conception 6, 19 à 20, 88 à 89, 94, 106 à 108, **151** à **155**, **159**, **172**
étanchéité 15, 17, 20, 89, **152**.
puits aux chaînes 15, **152** à **153**
système de contrôle des ballasts 20, 88 à 89, 94, 98 à 99, **151**.
système de pompage 20
description (structure) ix, 5, 15 à 17.
disposition générale ix, 15 à 17, 26
dommages constatés après le désastre 77 à 80, 86 à 87, 97 à 101, **153**.
facteurs ayant contribué à la perte 107 à 108, **151**, **152**, **170** à **172**
génératrices 16 à 17, 99.
histoire de son exploitation vii, 93
immatriculation vii, 4
inspections par l'ABS, Voir: American Bureau of Shipping
inspections par l'APGTC, Voir: Administration du pétrole et du gaz
inspections par la Direction générale du pétrole, Voir: Direction générale
inspections par l'U.S. Coast Guard, Voir: Garde côtière des États-Unis
limite d'exploitation 49 à 49, 53, 93
organisation de l'effectif 41 à 42, 53 à 55, **155** à **156**, **161**.
opérations de forage 9 à 10, 26, 31 à 32, 47 à 48.
opérations du 14 février, 1982. 62 à 66
position après l'accident 77 à 78
propriétaire vii
statistiques sur les accidents 49
systèmes d'évacuation 25 à 27, 132 à 133
ODECO
arguments présentés devant le tribunal 94, 98 à 99
conception et construction de l'*Ocean Ranger* 4, 22 à 23, 88
conformité aux règlements 25, **155** à **156**, **160**, **171**
Manuel de mesures d'urgence 52 à 53
politique et programme d'entraînement 34 à 37, 41
Offshore Employment Register 39, **165** à **166**
opérateur des ballasts 37.
fonctions et responsabilités 34, 49 à 52, **173**.
formation 35 à 37, **163**, **164**, **172**.
réaction probable suivant la rupture du verre du hublot 99 à 100, 101 à 102
surveillance 32.
opérateur radioélectricien 24, 47, 70 à 71
Organisation maritime internationale (OMI) 8, **156**.
ouvriers de plancher
fonctions 32.
formation 34 à 36.
panneau de détection de gaz, Voir: salle de contrôle des ballasts
panneau schématique, Voir: console de contrôle des ballasts
personnes impliquées dans la série d'événements des 14 et 15 février, 1982. 72 à 73, 126 à 127.
plancher de forage 16, 32, 35, 49, 65, 79.
Plan d'urgence
conjoint **166**.
Mobil 52 à 53, 133 à 134, **166**
SAR Voir: SAR
politiques d'embauchage
du Canada 38 à 39
de la Direction générale du pétrole de Terre-Neuve 9 à 10, 38 à 39, **165**, **166**.
d'ODECO 37 à 39
pollution des mers (prévention) **170**.
pompes
interrupteurs 84 à 89, 97 à 104
limites d'exploitation 88, 104.
pontons
description 15 à 16, 18
dommages 77 à 78
radar
disparition de l'*Ocean Ranger* 71, 120, 123, 134
radeaux de sauvetage **161**
du *Seaforth Highlander* 119
emplacement 26, 27
inspections 27
méthode de mise à l'eau 27, **159** à **160**
récupération 123
Radio de la Garde côtière canadienne (VON) 115, **169**
rapports
défaillance de la console des ballasts Voir: console de contrôle des ballasts
de la distance de veille, navires de soutien **166** à **167**
de la gîte de l'*Ocean Ranger* du 14 février, 1982, à Mobil 69 à 71, 113, 131
de tout événement important **172**
Rapport du matin 47, 51 à 52, 64, **173**
Rapport du soir 47
sur la décision de mettre en exécution les mesures d'urgence **173**
sur les données environnementales pour les provisions météorologiques, Voir: environnement
Ravensturm 49
RCC Halifax
appels à la 103e Unité de sauvetage, à Gander 115, 121 à 123, 139 à 142
appels au SAREC St. John's 115
connaissance sur les forages dans la zone Hibernia Voir: SAREC
engagement des ressources SAR 120 à 121, 140, 143 à 147, **168**
ralentissement des efforts SAR 124 à 125
rôle et fonctions 138
RCC New York 113, 131, 139
recherche et sauvetage (Voir: SAR)
règlements
APGTC. (Voir: APGTC)
sur les critères de conception des MODUs **154** à **157**
sur les rapports **172**
Direction générale du pétrole de Terre-Neuve 9 à 10, 37, 39, 48, 53, 136, **155**.
sur l'embauchage de main-d'œuvre local 37 à 38, **165** à **166**
effet sur les opérations de l'*Ocean Ranger* **154** à **155**.
Garde côtière canadienne
Normes provisoires **156** à **159**
Garde côtière des États-Unis 8, **155**.
sur la présence d'un capitaine 40
sur la présence d'un equipage marin 41 à 42
sur le commandement d'unités MODU 40.
sur les mesures d'urgence 53 à 55.
sur les moyens d'évacuation de l'*Ocean Ranger* **160**.
Norvège
sur le commandement de MODUs 41.
Royaume-Uni
sur le commandement d'unités MODU 41.
représentant des relations industrielles 32, 55
réservoirs et ballasts
contenu après le chavirement 79, 101
indicateurs de niveau, Voir: jauges King
réservoirs de ballast dans les pontons 15 à 20
réservoirs de stockage dans la coque supérieure 16, 17
rôle d'appel 27, 54 à 55
salle de contrôle des ballasts
contre-hublots 20, 79, 94, 99, 107, **152**, **154**
description 19, 37
emplacement 16, 19, 50, 96, 106 à 107, **151**, **152**
effectif 34, **172**, **173**
équipement de communications 20, 24 à 25, 99
haut parleurs 20, 37, 99, 100, 107
hublots 19, 20, 50, 96, **154**
nettoyage de l'eau 96, **152**
ordinateur d'environnement 20
panneau détection de gaz 67, 99, 100
verres de hublots 19, 106, **152**, **159**
SAR (Recherche et sauvetage)
absence d'un plan d'urgence maritime 140, **169**, **170**
aéronefs 121, 139 à 140
arrivée aux champs Hibernia 123
commandant sur place 124 à 125, **170**
emplacement 120 à 121, 138 à 143
relève 124 à 125
SARCUP 169
SAREC St. John's
connaissance de la perte de l'*Ocean Ranger* 120, 133
connaissances des activités de forage dans la zone Hibernia 139 à 140, **166**, **168** à **169**
fonctions et rôle 138 à 139
première connaissance de la situation de l'*Ocean Ranger* 113, **166**
Seaforth Fednav 137, **171**
Seaforth Highlander 135
équipement de sauvetage 116 à 117, **167**
fonctions de soutien 135 à 137, **167**, **171**
mise à l'eau du radeau de sauvetage 119
ordre d'assurer la veille rapprochée 70, 105, 113, 131
position 64 à 65, 68 à 71, 118 à 120, 132, 136
repérage visuel de l'*Ocean Ranger* 117
tentative de secours 117 à 120, 135 à 137, **167**
Seaforth (Maritime) Limited 48
secteur des logements 16, 84, 106, 108, **152**, **154**
Sécurité des navires, Garde côtière canadienne **158**
SEDCO 706
appels entendus 66 à 69, Voir aussi: appels

avaries causées par la tempête 55 à 56
emplacement 61 à 63
immatriculation 61
navire de soutien, Voir: *Boltentor*
personnel 72 à 73, 126 à 127
structure et commandement **165**
séquence des interventions 140.
engagement des unités 120 à 121
résultats des efforts SAR 124 à 125
Service de l'environnement atmosphérique 48
Sigurfari 123
Sikorsky S-61 hélicoptères 36, 47 à 48, 132
équipement 139
rôle dans les tentatives de sauvetage 121 à 122, 139, **166**.
sociétés de classification
histoire 3 à 5
règlements 3 à 8, **154** à **157**.
soupapes
prise d'eau de mer 98, 104, 105, **154**
réservoirs de ballast 86 à 87, 97 à 104, **152**
solénoïdes 97, 98.
stabilité **152**, **153**, **154**.
calculs de stabilité et rapports 49 à 52, 79, **153**, **172**, **173**.
effets d'alourdissement 84, **153**
inclinaison 19, 20, 51, 101, 102, **154**, **155**
structure de commandement. Voir aussi: contremaître, capitaine, *SEDCO 706*, maître-sondeur, *Zapata Ugland*.
à bord des embarcations de sauvetage 53 à 55.
conflits 39 à 41, 52 à 53, **164**.
telle que dans le *Manuel d'exploitation* **165**
tel que dans les *Mesures d'urgence* d'ODECO 52.
tel que dans le plan d'urgence de la compagnie Mobil 52, 133.
prévisions météorologiques
entrainant de mesures de précaution 48, 62, 64 à 65, **170** à **172**
fréquence 48
interprétation erronée 48, **170** à **171**
pour le 14 février, 1982. 62 à 65
préparation 48, **170** à **171**
prévisions disponibles aux hélicoptères SAR 115, 140 à 141
système de mesure utilisé **171**
programme de plongée
articles récupérés de l'*Ocean Ranger* Voir: *Ocean Ranger*
condition de l'*Ocean Ranger*, telle que retrouvée 77 à 80
puits aux chaines
alarmes d'envahissement 108, **154**
emplacement et description 15, 16
envahissement 6, 15, 106, 108, **152**, **153**, **173**
étanchéité à l'eau 15, 108, **154**, **159**
puits central 16, 33.
système d'amarrage 15 à 16
système de ballastage
aspects étudiées lors des essais de modèles 82 à 84
description 18 à 24
insuffisances 19 à 20, **151**
transfert de ballast par gravité 36, 83, 102, **152**, **153**
système de communications 24 à 25, 108, **172**
entretien 32, 34
insuffisances 24 à 25, 108, 140 à 141, **172**
MAPISAT 47, 69
raccordement au réseau téléphonique sur terre 47, 69
SPECTOR 24
téléphone autogénérateur 24 à 25
systèmes et équipements d'importance capitale (recommandations)
analyse des systèmes **154**, **159**
protection contre les forces de l'environnement **154**
systèmes de réserve **154**, **162**.
systèmes d'évacuation
Ocean Ranger Voir: *Ocean Ranger*
recherche et développement **159** à **160**
Summerside, 413e Escadron de recherche et sauvetage 122 à 123, 140, 141
SURPIC 145, **169**
tempête du 14 février, 1982. 62 à 64
tentatives de sauvetage
conditions de l'envrionnement pendant les tentatives 116 à 120, 138
de l'embarcation de sauvetage de l'*Ocean Ranger* 116 à 120
par le *Seaforth Highlander* 117 à 120, 135 à 138
par le Universal Helicopters 121, 137 à 138
recherche de survivants 115 à 125
récupération des victimes 123 à 125
tiges de commande manuelle 20 à 23, 36 à 37, 103, 105, 108.
dans la chambre des pompes 22, 108.
telles que récupérées 80 à 81, 103 à 104.
tige de forage 32, 61, 65, 78, 106, **170**.
tirant d'eau
échelle de tirant d'eau 19 à 20, 95, **151**, **155**.
effet sur la stabilité 49, 66, 82, 101.
tracé de dérive Voir: navires de soutien, rôle dans les missions de sauvetage
transfert de ballast par gravité Voir: système de ballasts
transport par aéronefs 38, 47, 49.
tube conducteur marin 33, 64, 93.
Universal Helicopters Limited Voir Sikorsky S-61
U.S. Coast Guard, Voir: Garde côtière des États-Unis.
vagues
effet sur l'*Ocean Ranger* 66 à 69, 94 à 95
effet sur SEDCO 706 66
hauteur pendant la tempête du 14 février, 1982. 66, 67 à 69
veille rapprochée 70, 137, 138.
vents
limite nécessitant l'arrêt des opérations de forage 48
pendant la tempête du 14 février, 1982 61 à 71, 115, 121, 141 à 143
verres de hublots 20, 77 à 78, 79, 106 à 107, **151**, **152**, **159**
examen et essais, Voir: LTSA
norme industrielle japonaise (JIS) 80
rupture 20, 66 à 69, 94 à 97, 106 à 107
Zapata Ugland
emplacement 61
immatriculation 61
opérations le 14 février, 1982. 61, 64
structure de commandement **164**
navire de soutien, Voir: *Nordertor*

Ce livre est composé en 10 points Times Roman sur un corps de 12 points en utilisant l'Helvetica pour les notes marginales et les appendices. Couvert et direction artistique par Dougal Dunbar.

POOR

QUALITY

ORIGINAL